



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**ANALISA PENGGUNAAN SUMBER DAYA  
MANUSIA DENGAN PERANGKAT LUNAK  
STROBOSCOPE PADA PROYEK PEMBANGUNAN  
WATER TOWER PT. GUDANG GARAM KEDIRI**

ANGGARISTA WIDYA UTAMA  
NRP. 3114 105 026

Dosen Konsultasi:  
Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





TUGAS AKHIR - RC14-1501

**ANALISA PENGGUNAAN SUMBER DAYA  
MANUSIA DENGAN PERANGKAT LUNAK  
STROBOSCOPE PADA PROYEK PEMBANGUNAN  
WATER TOWER PT. GUDANG GARAM KEDIRI**

ANGGARISTA WIDYA UTAMA  
NRP. 3114 105 026

Dosen Konsultasi:  
Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RC14-1501

**THE ANALYSIS USING STROBOSCOPE  
SOFTWARE WITH HUMAN RESOURCES IN PT.  
GUDANG GARAM WATER TOWER PROJECT  
CONSTRUCTION KEDIRI**

ANGGARISTA WIDYA UTAMA  
NRP. 3114 105 026

Supervising Lecturers :  
Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

Civil Engineering Departement  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2017







TUGAS AKHIR - RC14-1501

**THE ANALYSIS USING STROBOSCOPE  
SOFTWARE WITH HUMAN RESOURCES IN PT.  
GUDANG GARAM WATER TOWER PROJECT  
CONSTRUCTION KEDIRI**

ANGGARISTA WIDYA UTAMA  
NRP. 3114 105 026

Supervising Lecturers:  
Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D

Civil Engineering Departement  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2017

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA PENGGUNAAN SUMBER DAYA MANUSIA DENGAN PERANGKAT LUNAK STROBOSCOPE PADA PROYEK PEMBANGUNAN WATER TOWER PT. GUDANG GARAM

### TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi Manajemen Konstruksi  
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ANGGARISTA WIDYA UTAMA**  
**NRP. 3114 105 026**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Tri Joko Wahyu Adi, ST, M.E., Ph.D.

NIP: 197404202002121003



**SURABAYA**  
**JANUARI, 2017**

**ANALISA PENGGUNAAN SUMBER DAYA MANUSIA  
DENGAN PERANGKAT LUNAK STROBOSCOPE PADA  
PROYEK PEMBANGUNAN WATER TOWER  
PT. GUDANG GARAM KEDIRI**

**Nama Mahasiswa : Anggarista Widya Utama**  
**NRP : 3114105026**  
**Jurusan : Teknik Sipil S1 Lintas Jalur ITS**  
**Dosen Konsultasi : Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D**

**Abstrak**

*Dalam sebuah pembangunan konstruksi, seringkali ditemukan berbagai masalah. Salah satu permasalahan yang sering ditemukan dalam proyek konstruksi jumlah kebutuhan sumber daya manusia. Kebutuhan jumlah sumber daya manusia pada suatu proyek konstruksi dapat berfluktuasi sepanjang waktu proyek. Dengan demikian diperlukan suatu cara untuk mengoptimalkan kebutuhan sumber daya manusia agar biaya konstruksi dapat menjadi lebih efisien. Banyak metode-metode yang digunakan untuk memperkecil fluktuasi jumlah sumber daya manusia. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan cara simulasi konstruksi. Simulasi konstruksi adalah alat yang ampuh yang dapat digunakan oleh sebuah perusahaan konstruksi untuk sejumlah tugas seperti sebagai pengukuran produktivitas, analisis risiko, perencanaan sumber daya, desain dan analisis metode konstruksi, dan perencanaan situs. Keberhasilan simulasi di tingkat konstruksi telah menyebabkan upaya alami untuk menggunakan simulasi di tingkat konstruksi proyek*

*Untuk mencapai hasil proyek konstruksi yang optimal dalam hal efisiensi tenaga kerja program Stroboscope diaplikasikan pada proyek pembangunan water tower PT Gudang Garam Kediri. Sebelum melakukan simulasi pengumpulan data dan observasi pun dilakukan untuk menentukan produktivitas pada*

*proyek tersebut. Setelah itu dilakukan penyusunan model simulasi kedalam program Stroboscope.*

*Hasil dari simulasi ini adalah menghasilkan diagram pareto, dari diagram tersebut dapat digunakan sebagai parameter acuan atau batasan produktifitas. Dimana nilai working time dan nilai cost mendekati 0, semakin tinggi nilai produktifitas pekerjaan tersebut. Maka dari batasan tersebut kondisi Scenario simulasi II merupakan kondisi simulasi dengan produktifitas yang optimum. Dengan nilai total cost 2.95 milyar rupiah dan working time 45 hari*

*Kata Kunci : Idle time, optimal, Perencanaan konstruksi, tenaga kerja, simulasi konstruksi, Stroboscope.*

# **ANALYSIS USING STROBOSCOPE SOFTWARE WITH HUMAN RESOURCES IN PT. GUDANG GARAM WATER TOWER PROJECT CONSTRUCTION KEDIRI**

**Student Name** : Anggarista Widya Utama  
**NRP** : 3114105026  
**Department** : Teknik Sipil S1 Lintas Jalur ITS  
**Supervising Lecturer** : Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT.  
**Ph.D**

## **Abstract**

*In a project construction, often found various problems. One of the problems often found in construction projects the number of human resource needs. Needs of human resources in a construction project can fluctuate over time. Thus we need a way to optimize the human resource requirements in order that the construction cost can be more efficient. Many methods are used to minimize fluctuations in the number of human resources. One method that can be used to solve the problem is by means of simulation construction. Construction simulation is a powerful tool that can be used by a construction company for a number of tasks such as the measurement of productivity, risk analysis, resource planning, design and construction methods of analysis and site planning. The success of the simulation at the level of construction has led to a natural attempt to use the simulation on the level of construction project*

*To achieve optimal construction project in terms of labor efficiency stroboscope program was applied to the water tower construction project PT Gudang Garam Kediri. Before performing the simulation data collection and observation was performed to determine the productivity of the project. Once that is done the preparation of the program into the simulation model stroboscope.*

*The results of this simulation is to produce a Pareto diagram, from the diagram can be used as a reference parameter or limit productivity. That the value of working time and cost value close to 0, the higher the productivity of the work. So from this constraint condition Scenario II simulation is simulated conditions with optimum productivity. With a total value of 2.95 billion rupiah cost and working time 45 days*

*Keywords: Idle time, optimal, construction planning, labor, construction simulation, stroboscope*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam yang selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga kami dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini.

Tersusunnya tugas akhir dari tahap awal hingga akhir dapat terlaksana dengan baik tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu kami ucapkan terima kasih terutama kepada :

1. Kedua orang tua, dan saudara-saudara kami tercinta, sebagai penyemangat terbesar bagi kami, dan yang telah banyak memberi dukungan moril maupun materiil serta doa.
2. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, ST. MT. Ph.D, selaku dosen pembimbing I, Dosen Wali, serta Kepala Jurusan Teknik Sipil, FTSP – ITS yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Para Dosen Manajemen Konstruksi, atas pengarahan dan nasehat selama masa kuliah Manajemen Konstruksi dan pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Teman-teman terdekat yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas bantuan dan saran-saran yang telah diberikan selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga apa yang kami sajikan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Penyusun



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan .....	3
1.5. Manfaat .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Umum .....	5
2.1.1. Pengertian Manajemen Proyek .....	5
2.1.2. Sumber Daya Proyek Konstruksi.....	7
2.1.3. Produktivitas.....	10
2.1.4. Penjadwalan.....	14
2.1.5. Simulasi .....	19
2.1.6. Stroboscope .....	24
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Tahapan Penelitian.....	31

3.2.	Pengumpulan Data .....	32
3.3.	Prosedur Penelitian .....	33
3.3.1	Tahap Persiapan (Study literature).....	33
3.3.2	Identifikasi pekerjaan pada proyek .....	33
3.3.3	Identifikasi metode pekerjaan .....	34
3.3.4	Menyusun jaringan kerja berdasarkan kegiatan yang ada dalam proyek.....	34
3.3.5	Melakukan simulasi stroboscope .....	34
3.3.6	Membuat batasan pada diagram pareto .....	34
3.3.7	Hasil optimasi.....	35

#### BAB IV PEMBAHASAN

4.1.	Identifikasi Pekerjaan Pada Proyek .....	37
4.1.1.	Data Umum Proyek .....	38
4.1.2.	Jadwal Proyek.....	38
4.2.	Identifikasi Pekerjaan Pada Proyek .....	39
4.3.	Kegiatan siklus diagram dan kegiatan scanning .....	39
4.4.	Durasi Work Task.....	39
4.5.	Pengolahan dan analisis data .....	40
4.5.1.	Pemodelan Stroboscope.....	40
4.5.2.	Membuat beberapa scenario simulasi .....	41
4.5.3.	Hasil Output Stroboscope .....	45
4.5.4.	Menganalisa Hasil Output .....	52

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan .....	55
5.2	Saran .....	55

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel.2.1 Contoh aktivitas, kondisi, dan hasil untuk operasi pengerukan .....	25
Tabel.4.1 Jadwal Proyek .....	38
Tabel 4.3 Rencana simulasi .....	44
Tabel.4.4 Durasi item pekerjaan simulasi I.....	47
Tabel.4.5 Durasi item pekerjaan simulasi II .....	48
Tabel.4.6 Durasi item pekerjaan simulasi III.....	49
Tabel.4.7 Durasi item pekerjaan simulasi IV.....	50
Tabel.4.8 Durasi item pekerjaan simulasi V .....	51
Tabel 4.9 Hasil beberapa scenario simulasi <i>Stroboscope</i> .....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Contoh konvensional ACD untuk Operasi .....	26
Gambar 2.2	Contoh Laporan model keluaran stroboscope.....	29
Gambar 2.3	Contoh Laporan model keluaran tambahan stroboscope .....	30
Gambar 3.1	Bagan alir penelitian .....	31
Gambar 4.1	Tampak Proyek .....	37
Gambar 4.2	Identifikasi pekerjaan.....	39
Gambar 4.3	Skema aktivitas pekerjaan .....	40
Gambar 4.4	Skema aktivitas pekerjaan realita dan scenario simulasi I dan II.....	43
Gambar 4.5	Skema aktivitas pekerjaan realita dan scenario simulasi III, IV dan V .....	44
Gambar 4.6	Output Hasil <i>running stroboscope</i> simulasi pada saat kondisi di lapangan .....	45
Gambar 4.7	Output Hasil <i>running stroboscope</i> simulasi pada saat kondisi scenario simulasi I.....	46
Gambar 4.8	Output Hasil <i>running stroboscope</i> simulasi pada saat kondisi scenario simulasi II .....	47
Gambar 4.9	Output Hasil <i>running stroboscope</i> simulasi pada saat kondisi scenario simulasi III .....	48
Gambar 4.10	Output Hasil <i>running stroboscope</i> simulasi pada saat kondisi scenario simulasi IV .....	49
Gambar 4.11	Output Hasil <i>running stroboscope</i> simulasi pada saat kondisi scenario simulasi V .....	50
Gambar 4.5	Diagram Pareto .....	53

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pelaksanaan proyek konstruksi terdiri dari aktivitas-aktivitas yang saling berkaitan satu dengan yang lain. Agar pembangunan terlaksana dengan baik, maka diperlukan suatu manajemen konstruksi yang tepat dan dapat mengendalikan suatu proyek konstruksi mulai dari tahap perencanaan, tahap perancangan, tahap pelelangan, tahap pelaksanaan dan tahap sesudah pelaksanaan. Pelaksanaan kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan pemanfaatan sumber daya untuk menghasilkan produk dengan kriteria mutu, biaya dan waktu yang sudah ditentukan. Sumber daya yang dimaksud adalah material, peralatan, metode, biaya dan tenaga kerja. Semua sumber daya itu sangat penting demi kelancaran suatu pelaksanaan proyek konstruksi.

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan dari suatu proyek konstruksi adalah faktor sumber daya manusia, karena tanpa adanya sumber daya manusia maka pelaksanaan suatu proyek konstruksi tidak dapat berjalan dengan lancar. Kebutuhan akan sumber daya manusia harus diperhitungkan dengan baik agar tidak terjadi pembengkakan biaya proyek. Kebutuhan jumlah sumber daya manusia pada suatu proyek konstruksi dapat berfluktuasi sepanjang waktu proyek. Masalah tersebut sangat penting bagi kontraktor karena tenaga kerja sangat mutlak diperlukan. Fluktuasi tersebut sangat tidak diinginkan oleh kontraktor. Dengan demikian diperlukan suatu cara untuk mengoptimalkan produktivitas sumber daya manusia agar biaya konstruksi dapat menjadi lebih efisien dan optimal.

Banyak metode-metode yang digunakan untuk mengatur produktivitas sumber daya manusia. Seperti pengaturan *site layout*, perubahan metode kerja, penambahan sumber daya

dengan prosentase tinggi, dan juga simulasi konstruksi. Metode simulasi konstruksi dianggap lebih baik dikarenakan simulasi konstruksi mampu memberikan perkiraan system yang lebih nyata sesuai operasional dari kumpulan pekerjaan. Dan memudahkan pengontrolan lebih banyak kondisi dari suatu percobaan sehingga dimungkinkan untuk dicoba diterapkan secara nyata pada system tersebut.

Simulasi konstruksi adalah alat yang ampuh yang dapat digunakan oleh sebuah perusahaan konstruksi untuk sejumlah tugas seperti sebagai pengukuran produktivitas, analisis risiko, perencanaan sumber daya, desain dan analisis metode konstruksi, dan perencanaan situs. Keberhasilan simulasi di tingkat konstruksi telah menyebabkan upaya alami untuk menggunakan simulasi di tingkat konstruksi proyek. Simulasi konstruksi telah menjadi topik yang populer semenjak Halpin (1974) memperkenalkan perangkat lunak CYCLONE. Menurut Abudayyeh et al.(2004) penelitian mengenai simulasi konstruksi menjadi topik utama dalam bidang konstruksi pada periode 1997-2002 dan sampai dengan hari ini masih menjadi topik dengan perkembangan tercepat dibandingkan topik lain. Perangkat lunak yang dirancang khusus untuk kegiatan konstruksi pun banyak dihasilkan antara lain; INSIGHT (Paulson et al, 1983), RESQUE (Chang, 1986), CIPROS (Odeh, 1992), STROBOSCOPE (Martinez, 1996) dan EZstrobe (Martinez, 1998).

Pada tugas akhir ini study penelitian penggunaan simulasi stroboscope diterapkan pada proyek pembangunan water tower PT. Gudang Garam Kediri. Dimana pekerjaan tersebut sebagai penunjang utilitas pabrik yang diharapkan segera selesai. Proyek water tower ini memiliki tinggi 52 meter yang dijadwalkan harus selesai dalam kurun waktu 54 hari dengan nilai kontrak 3.200.000.000,-. Dengan adanya batasan waktu dan biaya, diharapkan metode simulasi ini dapat membantu dalam pelaksanaan konstruksi.

Pada dasarnya penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan proses konstruksi yang dapat membuat kegiatan konstruksi

menjadi lebih terprediksi dan lebih efisien dalam penggunaan sumber daya (resources) yang dimiliki oleh pelaksana pekerjaan konstruksi. Sehingga proses konstruksi berjalan secara tepat waktu dan optimal.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian diatas, maka permasalahan yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini adalah bagaimana pengaturan penggunaan sumber daya manusia pada proyek pembangunan water tower PT Gudang Garam Kediri dengan menggunakan perangkat lunak Stroboscope, sehingga menghasilkan jumlah sumberdaya manusia yang optimal.

## **1.3 Batasan Masalah**

Penulisan tugas akhir ini perlu adanya pembatasan masalah dalam penulisananya dikarenakan terbatasnya data. Adapun batasan masalah tersebut antara lain :

1. Objek yang ditinjau adalah proyek Pembangunan water tower PT Gudang Garam Kediri.
2. Sumber daya manusia yang dimaksudkan adalah tenaga kerja yang terdiri dari mandor, kepala tukang besi, kepala tukang batu, kepala tukang kayu, kepala tukang cat, tukang batu, tukang besi, tukang kayu, tukang cat dan pekerja.
3. Kebutuhan dan produktivitas sumber daya manusia dihitung berdasarkan observasi di lapangan.

## **1.4 Tujuan**

Dengan adanya permasalahan diatas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah merancang simulasi proses konstruksi pada proyek water tower PT Gudang Garam Kediri yang dapat membuat kegiatan konstruksi menjadi lebih efisien dalam penggunaan sumber daya manusia yang dimiliki oleh pelaksana pekerjaan konstruksi. Sehingga proses konstruksi berjalan secara tepat waktu dan optimal.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang dapat diambil dari hasil penelitian adalah:

1. Bagi Praktisi, dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengatur produktivitas sumber daya manusia dalam penggunaanya.
2. Bagi pengembangan keilmuan Manajemen Proyek, dapat menambah data penelitian untuk meminimalisasi dampak resiko pada proyek konstruksi dengan merancang proses simulasi konstruksi yang dapat mengatur produktivitas sumberdaya manusia lebih efisien dan optimal



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Kegiatan proyek merupakan suatu kegiatan yang bersifat sementara yang telah ditetapkan awal pekerjaannya dan waktu selesainya (dan biasanya selalu dibatasi oleh waktu dan sering kali juga dibatasi oleh sumber daya) untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan. Dalam mencapai hasil akhir kegiatan proyek tersebut telah ditentukan batasan-batasan yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal, dan mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan tersebut dikenal dengan istilah tiga kendala (*Triple Constraint*). Jadi proyek harus dilaksanakan dengan kurun waktu yang telah ditentukan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran serta mutu yang telah ditentukan.

##### **2.1.1 Pengertian Manajemen Proyek**

Menurut Kurzner (1982) yang dikutip dari buku Pengantar Manajemen Proyek mendefinisikan manajemen proyek adalah merencanakan, menyusun organisasi, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Manajemen proyek merupakan penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan juga ketrampilan, cara teknis yang terbaik serta dengan sumber daya yang terbatas untuk mencapai sasaran atau tujuan yang sudah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja, waktu, mutu dan keselamatan kerja.

Definisi manajemen proyek yang lainnya adalah suatu kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan, mengawasi serta mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan guna mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu.

Ruang lingkup proyek, diantaranya meliputi:

- Menentukan waktu dimulai proyek.

- Perencanaan lingkup dari proyek yang akan dikerjakan.
- Pendefinisian dari ruang lingkup proyek.
- Verifikasi proyek dan kontrol atas perubahan yang mungkin saja terjadi ketika proyek tersebut dimulai.

Terdapat 3 (tiga) garis besar untuk menciptakan berlangsungnya suatu proyek, diantaranya meliputi:

#### 1. Perencanaan

Untuk mencapai sebuah tujuan, suatu proyek membutuhkan suatu perencanaan yang benar-bebar matang. Yaitu dengan meletakkan dasar dari tujuan dan sasaran dari suatu proyek sekaligus menyiapkan semua program teknis dan menyiapkan administrasi supaya dapat diimplementasikan. Tujuannya yaitu supaya memenuhi persyaratan spesifikasi yang ditentukan dalam batasan waktu, mutu, biaya maupun keselamatan kerja. Perencanaan suatu proyek dilakukan dengan cara studi kelayakan, rekayasa nilai, perencanaan area dari manajemen proyek (Seperti: waktu, biaya, mutu, kesehatan, lingkungan, keselamatan kerja, sumber daya, resiko dan sistem informasi)

#### 2. Penjadwalan

Merupakan implementasi dari perencanaan yang bisa memberikan informasi mengenai jadwal rencana dan kemajuan proyek yang meliputi sumber daya (biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material), durasi dan juga progres waktu untuk menyelesaikan proyek. Penjadwalan proyek yang mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai macam permasalahannya. Proses monitoring dan juga updating selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang realistis supaya sesuai dengan tujuan proyek tersebut. Terdapat beberapa metode untuk mengelola penjadwalan proyek, diantaranya yaitu Kurva S (hanumm Curve), Barchart, Penjadwalan Linear (diagram Vektor), Network Planning serta waktu dan durasi kegiatanna. Jika terjadi penyimpangan terhadap rencana awal, maka

dilakukanlah evaluasi dan tindakan koreksi supaya proyek tetap berada di jalur yang diharapkan.

### 3. Pengendalian Proyek

Pengendalian mempengaruhi hasil akhir dari suatu proyek. Tujuan utamanya yaitu untuk meminimalisasi segala penyimpangan yang mungkin terjadi selama berlangsungnya proyek. Tujuan dari pengendalian proyek ialah optimasi kinerja biaya, waktu, mutu dan juga keselamatan kerja harus memiliki kriteria sebagai tolak ukur. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam proses pengendalian ialah berupa pengawasan, pemeriksaan, dan juga koreksi yang dilakukan selama proses implementasi.

#### **2.1.2 Sumber Daya Proyek Konstruksi**

Sumber daya diperlukan guna melaksanakan pekerjaan-pekerjaan yang merupakan komponen proyek. Hal tersebut dilakukan terkait dengan ketepatan perhitungan unsur biaya, mutu, dan waktu. Bagaimana cara mengelola (dalam hal ini efektivitas dan efisiensi) pemakaian sumber daya ini akan memberikan akibat biaya dan jadwal pelaksanaan pekerjaan tersebut. Khusus dalam masalah sumberdaya, proyek menginginkan agar sumber daya tersedia dalam kualitas dan kuantitas yang cukup pada waktunya, digunakan secara optimal dan dimobilisasi secepat mungkin setelah tidak diperlukan.

Secara umum sumber daya adalah suatu kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan oleh kegiatan manusia untuk kegiatan sosial ekonomi. Sehingga lebih spesifik dapat dinyatakan bahwa sumber daya proyek konstruksi merupakan kemampuan dan kapasitas potensi yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan konstruksi. Sumber daya proyek konstruksi terdiri dari beberapa jenis diantaranya sumber daya manusia, biaya, waktu, material, dan juga peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek, dimana dalam mengoperasikan sumber daya-sumber

daya tersebut perlu dilakukan dalam suatu sistem manajemen yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal

### **2.1.2.1 Sumber Daya Manusia (*Human Resources*)**

Untuk merealisasikan lingkup proyek menjadi *deliverable*, diperlukan pula sumber daya. Pengelolaan sumber daya manusia meliputi proses perencanaan dan penggunaan sumber daya manusia dengan cara yang tepat (*effective*) untuk memperoleh hasil yang optimal. Sumber daya dapat berupa *human* (Tenaga kerja, tenaga ahli, dan tenaga terampil) (Berdasarkan Pedoman Peningkatan Profesionalitas SDM Konstruksi, 2007)

Sedangkan tenaga kerja proyek konstruksi dibedakan menjadi dua yaitu :

#### **a. Tenaga Kerja Langsung (*Direct Hire*)**

Tenaga kerja langsung adalah tenaga yang direkrut dan menandatangani ikatan kerja perorangan dengan perusahaan kontraktor.

#### **b. Tenaga Kerja Borongan**

Tenaga kerja borongan adalah tenaga kerja yang bekerja berdasarkan ikatan kerja yang ada antara perusahaan penyedia tenaga kerja dengan kontraktor untuk jangka waktu tertentu.

Untuk memenuhi kebutuhan jumlah tenaga kerja dengan menyeimbangkan antara jumlah tenaga kerja dan volume pekerjaan, umumnya kontraktor mengkombinasikan antara tenaga kerja langsung dengan tenaga kerja borongan. (Soeharto, 1999)

### **2.1.2.2 Waktu (*Time*)**

Waktu merupakan sumberdaya utama dalam pelaksanaan suatu proyek. Perencanaan dan pengendalian waktu dilakukan dengan mengatur jadwal, yaitu dengan cara mengidentifikasi titik kapan pekerjaan mulai dan kapan berakhir. Perencanaan dan pengendalian merupakan bagian dari penyusunan biaya. Dalam hubungan ini, sering kali pengelola proyek beranggapan bahwa penyelesaian proyek semakin cepat semakin baik. Akan tetapi pada kenyataannya perencanaan waktu harus dihitung

berdasarkan *man-hour* dari perkiraan biaya, hal tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk menghitung lamanya kegiatan pada jadwal itu. Sehingga penggunaan waktu dapat optimal.

### **2.1.2.3 Biaya (*Cost*)**

Biaya merupakan modal awal dari pengadaan suatu konstruksi. Dimana biaya dapat didefinisikan sebagai jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi, dan mengaplikasikan produk. Penghasil produk selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, reliabilitas, dan maintainability karena ini akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai. Biaya produksi sangat perlu diperhatikan karena sering mengandung sejumlah biaya yang tidak perlu. Dalam menentukan besar biaya suatu pekerjaan atau pengadaan tidaklah harus selalu berpedoman kepada harga terendah secara mutlak. Sebagai contoh, misalkan pada suatu pembelian peralatan (*equipment*). Beberapa perusahaan yang berlainan dapat memproduksi peralatan tersebut dengan kualitas yang dianggap sama, tetapi perusahaan-perusahaan yang satu menawarkan harga yang lebih tinggi karena dapat menyerahkan pesanan peralatan tersebut lebih cepat dari perusahaan lain. Dalam hal ini, memutuskan membeli dari penawaran terendah belum tentu keputusan yang terbaik, karena harus dilihat dampaknya terhadap jadwal. Oleh karena itu, pemilihan alternatif harus secara optimal memperhatikan parameter-parameter yang lain.

Biaya alokasi tenaga kerja dihitung dari upah masing-masing tenaga kerja, dimana tenaga kerja yang dimaksud yaitu: mandor, kepala tukang batu, kepala tukang besi, kepala tukang kayu, kepala tukang cat, tukang batu, tukang besi, tukang kayu, tukang cat, dan pekerja.

Biaya alokasi tenaga kerja dihitung berdasarkan:

1. Biaya mempertahankan tenaga kerja  
Biaya mempertahankan tenaga kerja yaitu sama dengan upah saat bekerja sebelumnya.

2. Biaya menambah tenaga kerja (*hiring*)  
Proses *hiring* adakalanya memerlukan biaya jika dilakukan melalui pihak ketiga untuk mendatangkan tenaga kerja ke lokasi proyek. Biaya *hiring* untuk setiap tenaga kerja dapat diasumsikan sebesar upah tiap tenaga kerja perhari ditambah biaya tiap kali mendatangkan tenaga kerja.
3. Biaya menghentikan tenaga kerja (*firing*)

Besar pesangon tiap tenaga kerja yang di *firing* dengan masa kerja kurang dari satu tahun adalah gaji pokok setiap bulan. Tetapi pada kenyataannya tenaga kerja konstruksi tidak diberikan pesangon dengan alasan pekerjaan konstruksi bersifat sementara.

### 2.1.3 Produktivitas

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dengan *input*, atau rasio antara pengeluaran dan hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan (Ervianto, 2005).

Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, dan alat. Sukses dan tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektivitas pengelolaan sumber daya tersebut. Biaya pekerja sangat berpengaruh dalam penentuan sukses tidaknya sebuah proyek konstruksi. Biaya pekerja tergantung pada produktivitas dari para pekerja tersebut. Tingkat produktivitas pekerja ini sangat sulit diukur secara akurat dan memerlukan tenaga dan biaya yang sangat besar (Olomolaiye, 1998).

Peningkatan produktivitas dapat dicapai dengan menekan sekecil-kecilnya segala macam biaya termasuk dalam memanfaatkan tenaga kerja. Dengan kata lain produktivitas merupakan pencerminan dari tingkat efisiensi dan efektivitas kerja secara total. Oleh karena itu, tenaga kerja merupakan faktor penting dalam mengukur produktivitas.

### 2.1.3.1 Definisi Produktivitas

Banyak para ahli yang mendefinisikan produktivitas menurut filosofinya, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Produktivitas didefinisikan sebagai perbandingan antara hasil kerja dengan jam kerja (Ervianto,2008).
2. Schonberger (1985) mengatakan bahwa produktivitas merupakan perbandingan antara *standart time* dan *time available for work* atau biasa dinyatakan sebagai hasil kali antara *efficiency* dan *utilization*.
3. Produktivitas adalah perbandingan antara kegiatan atau *output* dan masukan atau *input* (Pilcher,1992).
4. Pengertian produktivitas menurut Boy dalam Santoso dan Chandra (2006), yaitu dinyatakan dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{Hasil Kerja}}{\text{Jam Kerja}}$$

### 2.1.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas

Semua faktor yang mempengaruhi produktivitas dipandang sebagai sub system untuk menunjukkan dimana potensi produktivitas dan cadangannya disimpan.

Menurut Kaming dalam Wulfram I Ervianto (2005) faktor yang mempengaruhi produktivitas proyek diklasifikasikan menjadi empat kategori utama, yaitu:

1. Metode dan teknologi, terdiri atas faktor: desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, pengukuran kerja.
2. Manajemen lapangan, terdiri atas faktor: perencanaan dan penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, manajemen tenaga kerja.
3. Lingkungan kerja, terdiri atas faktor: keselamatan kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja, partisipasi. Faktor manusia, tingkat upah

pekerja, kepuasan kerja, pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor-pekerja.

### 2.1.3.3 Pengukuran Produktivitas Tenaga Kerja

Salah satu pendekatan untuk mengetahui tingkat produktivitas tenaga kerja adalah dengan menggunakan metode yang mengklasifikasikan aktifitas pekerja. Dalam penelitian ini pengamatan dilakukan dengan metode productivity rating, dimana aktivitas pekerja diklasifikasikan dalam 3 hal yaitu *Essential contributory work*, *Effective work* (pekerjaan efektif), dan *Not Useful* (pekerjaan tidak efektif).

- a. essential contributory work, yaitu pekerjaan yang tidak secara langsung, namun bagian dari penyelesaian pekerjaan. Misalnya :
  - Menunggu tukang yang lain dengan tidak bekerja.
  - Mengangkut peralatan yang berhunungan dengan pekerjaan
  - Membaca gambar proyek.
  - Menerima instruksi pekerjaan.
  - Mendiskusikan pekerjaan
- b. Pekerjaan efektif (effective work), yaitu disaat pekerja melakukan pekerjaannya dizona pekerjaan.
- c. Pekerjaan tidak efektif (not useful), yaitu kegiatan selain diatas yang tidak menunjang penyelesaian pekerjaan. Seperti meninggalkan zona pengerjaan, berjalan dizona pengerjaan dengan tangan kosong dan mengobrol sesama pekerja sehingga tidak maksimalnya bekerja.

Sehingga faktor utilitas pekerja (LUR) dapat dihitung :

$$\text{Faktor utilitas pekerja} = \frac{\text{waktu bekerja efektif} + \frac{1}{4} \text{ waktu bekerja kontribusi}}{\text{pengamatan total}} \times 100\%$$



Pengamatan total = waktu efektif + waktu kontribusi + waktu tidak efektif

Untuk sebuah tim kerja dikatakan mencapai waktu efektif atau memuaskan bila faktor utilitas pekerjaanya lebih dari 50% (Oglesby, 1989:180-181).

Pengukuran produktivitas tenaga kerja menurut system pemasukan fisik perorangan/per-orang atau per jam kerja orang diterima secara luas, namun dari sudut pandang pengawasan harian, pengukuran-pengukuran tersebut pada umumnya tidak memuaskan, dikarenakan adanya variasi dalam jumlah yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk yang berbeda. Oleh karena itu, digunakan metode pengukuran waktu tenaga kerja (Jam, hari atau tahun).

Pengeluaran diubah kedalam unit-unit pekerja yang biasanya diartikan sebagai jumlah kerja yang dapat dilakukan dalam satu jam oleh pekerja yang terpercaya yang bekerja menurut pelaksanaan standar. Karena hasil maupun masukan dapat dinyatakan dalam waktu, produktivitas tenaga kerja dapat dinyatakan sebagai suatu indeks yang sangat sederhana :

Pengukuran waktu tenaga kerja = 
$$\frac{\text{hasil dalam jam-jam standart}}{\text{masukan dalam jam-jam standart}}$$
 (Muchdarsyah, 1992 : 24-25)

Waktu efektif adalah waktu dimana pekerja melakukan aktivitas yang dapat dikualifikasikan sebagai bekerja (working). Waktu tidak efektif adalah waktu dimana pekerja melakukan aktivitas yang adapt dikualifikasikan sebagai tidak bekerja (not working). Kualifikasi aktivitas pekerja dalam metode ini tidaklah absolute, artinya dapat menyesuaikan dengan kondisi di lapangan untuk mendapatkan data yang diperlukan (Oglesby, 1989 : 175-176).

Berdasarkan beberapa teori di atas maka, faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja dalam penelitian ini adalah :

1. Kondisi lapangan dan sarana bantu
2. Keahlian pekerja
3. Pengalaman kerja
4. Kesesuaian upah
5. Kesehatan pekerja
6. Koordinasi dan perencanaan
7. Manajerial

#### **2.1.4 Penjadwalan**

Penjadwalan merupakan tahap menerjemahkan suatu perencanaan ke dalam suatu diagram-diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas-aktivitas dimulai, ditunda, dan diselesaikan sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya akan diselesaikan menurut kebutuhan yang telah ditentukan (Soeharto 1999).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk merencanakan dan melukiskan secara grafis dari aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi yaitu:

- a. Diagram balok (*bar chart*)
- b. Diagram panah (*arrow diagram*)
- c. Diagram *precedence* (*precedence diagram*)

Menjadwalkan adalah berpikir secara mendalam melalui berbagai persoalan-persoalan, menguji jalur-jalur yang logis, serta menyusun berbagai macam tugas, yang menghasilkan suatu kegiatan lengkap, dan menuliskan bermacam-macam kegiatan dalam kerangka yang logis dan rangkaian waktu yang tepat. (Luthan & Syafriandi, 2006)

Adapun tujuan penjadwalan adalah sebagai berikut :

- Mempermudah perumusan masalah proyek.
- Menentukan metode atau cara yang sesuai.
- Kelancaran kegiatan lebih terorganisir.

- Mendapatkan hasil yang optimum.

Sedangkan fungsi penjadwalan dalam suatu proyek konstruksi antara lain :

- Menentukan durasi total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.
- Menentukan waktu pelaksanaan dari masing-masing kegiatan.
- Menentukan kegiatan-kegiatan yang tidak boleh terlambat atau tertunda pelaksanaannya dan menentukan jalur kritis.
- Menentukan kemajuan pelaksanaan proyek.
- Sebagai dasar perhitungan *cashflow* proyek.
- Sebagai dasar bagi penjadwalan sumber daya proyek, seperti tenaga kerja, material, dan peralatan.
- Sebagai alat pengendalian proyek.

#### **2.1.4.1 Construction Method**

Metode adalah suatu hal yang penting untuk diperhatikan dalam proses konstruksi bangunan. Dengan penentuan metode yang tepat, suatu proyek konstruksi dapat mengejar target keuntungan dari sisi biaya dan waktu dengan tanpa meninggalkan kualitas.

Bila dikaitkan dengan *cost and time reduction*, metode pun bias menjadi suatu stimulus atau bahkan dapat diibaratkan seperti katalisator dari beberapa komponen di dalam suatu proyek.

Terdapat beberapa metode efektif untuk melakukan *time reduction* dengan biaya yang optimal serta kualitas yang tidak dikurangi pada kegiatan proyek tertentu apabila diasumsikan sumber daya yang dimiliki tidak terbatas. Metode-metode tersebut antara lain : (Nurhayati, 2010)

##### **a. Penambahan sumber daya**

Merupakan metode yang paling umum untuk memperpendek waktu proyek, yaitu dengan melakukan penambahan staf dan peralatan untuk kegiatan. Tetapi perlu diperhatikan bahwa hubungan antara ukuran staf dan perkembangan proyek

bukanlah hal yang bersifat linear. Oleh karena itu alternatif ini juga harus dipertimbangkan dengan baik sebelum menjadi keputusan yang akan diambil.

b. Melakukan *outsourcing* pekerjaan

Metode umum lainnya dalam memperpendek waktu proyek adalah dengan subkontrak sebuah kegiatan. Subkontraktor yang memiliki akses terhadap teknologi yang lebih baik atau keahlian yang lebih baik akan dapat mempercepat penyelesaian kegiatan.

c. Melakukan lembur

Cara yang paling mudah untuk menambah tenaga kerja untuk sebuah proyek bukanlah hanya dengan menambah personil, tetapi dapat juga dengan menjadwalkan kegiatan lembur. Dalam melakukan lembur juga perlu dilakukan pertimbangan terhadap batasan kemampuan yang dapat dilakukan manusia, karena ketika tingkat kelelahan yang dirasakan karyawan sudah cukup tinggi, maka akan dapat mengurangi produktivitasnya.

d. Membangun tim proyek inti

Para profesional diizinkan untuk memusatkan perhatian mereka hanya pada suatu proyek tertentu, sehingga diharapkan dengan fokus yang tunggal ini akan dapat meningkatkan kekompakan timnya dan yang paling penting adalah mempercepat penyelesaian proyek.

e. Lakukan 2 kali, kerjakan dengan cepat, dan perbaiki

Ketika dihadapkan pada pekerjaan yang mendesak, mencoba mengerjakan pekerjaan dengan cepat walaupun kurang sempurna dapat menjadi solusi untuk jangka pendek, kemudian dilakukan peninjauan kembali dan pengerjaan kembali dengan lebih baik.

Biaya tambahan yang dikeluarkan akibat pengerjaan dua kali ini biasanya akan digantikan dengan manfaat yang diperoleh akibat memenuhi *deadline* penyelesaian proyek.

f. *Fast tracking*

Terkadang dimungkinkan untuk melakukan penyusunan ulang logika jaringan kerja sehingga kegiatan-kegiatan kritis dilakukan secara paralel menggantikan cara pengerjaan yang seri.

Salah satu metode yang paling umum dalam melakukan penyusunan ulang hubungan kegiatan-kegiatan ini adalah dengan mengganti hubungan *finish-to-start* menjadi hubungan *start-to-start*.

g. Rantai kritis (*critical chain*)

*Critical chain* membutuhkan adanya pelatihan dan adanya perubahan kebiasaan dan sudut pandang sehingga membutuhkan waktu untuk diadopsi.

h. Melakukan *brainstorming*

Manajer proyek harus menggali pengetahuan dan pengalaman dari para karyawannya dengan mengadakan sesi *brainstorming* yakni saat semua anggota tim proyek akan memberikan usul yang akan dapat menghemat waktu penyelesaian.

i. Fase *delivery* proyek

Dalam situasi dimana keseluruhan proyek tidak dapat diselesaikan pada saat *deadline*, akan masih mungkin untuk melakukan pengiriman beberapa bagian yang bermanfaat dari proyek tersebut.

#### 2.1.4.2 Work Breakdown Structure (WBS)

WBS adalah peta proyek. Penggunaan WBS membantu meyakinkan manajer proyek bahwa semua produk dan elemen pekerjaan telah diidentifikasi, untuk mengintegrasikan proyek dengan organisasi saat ini, dan untuk membangun basis pengendalian. Pada dasarnya, WBS adalah garis besar proyek dengan tingkat detail yang berbeda. (Gray & Larson, 2007)

Ketika ruang lingkup dan sasaran telah diidentifikasi, pekerjaan proyek dapat dibagi dalam unsur-unsur pekerjaan yang

lebih kecil dan lebih kecil lagi. Hasil dari akhir proses hierarki ini disebut dengan *Work Breakdown Structure* (WBS).

WBS menggambarkan semua unsur-unsur dari proyek dalam suatu kerangka hierarkis dan menetapkan hubungannya hingga akhir proyek.

Kegunaan WBS di dalam pelaksanaan proyek adalah sebagai berikut :

- a. Pemecahan pekerjaan-pekerjaan besar menjadi pekerjaan-pekerjaan kecil. Kemudian pekerjaan kecil tersebut lalu dipecah lagi menjadi paket pekerjaan sehingga memudahkan dalam pengawasan pekerjaan.
- b. Struktur hierarkis ini memudahkan untuk melakukan evaluasi biaya, waktu, dan pencapaian teknis pada semua tingkat organisasi selama proyek berlangsung.
- c. Tersedianya manajemen dengan informasi yang sesuai bagi masing-masing tingkatan.

#### **2.1.4.3 Penentuan Asumsi Durasi Kegiatan**

Durasi kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. (Soeharto, 1995)

Ketepatan atau akurasi asumsi durasi kegiatan akan banyak tergantung dari siapa yang membuat perkiraan tersebut. Durasi ini lazimnya dinyatakan dengan jam, hari atau minggu

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam memperkirakan durasi

kegiatan adalah :

- a. Angka perkiraan hendaknya bebas dari pertimbangan pengaruh durasi kegiatan yang mendahului atau yang terjadi sesudahnya.
- b. Angka perkiraan durasi kegiatan dihasilkan dari asumsi bahwa sumber daya tersedia dalam jumlah yang normal.
- c. Pada tahap awal analisis angka perkiraan ini, dianggap tidak ada keterbatasan jumlah sumber daya, sehingga memungkinkan kegiatan dilaksanakan dalam waktu yang

bersamaan atau paralel. Sehingga penyelesaian proyek lebih cepat dibanding bila dilaksanakan secara berurutan atau berseri.

- d. Gunakan hari kerja normal, jangan dipakai asumsi kerja lembur, kecuali kalau hal tersebut telah direncanakan khusus untuk proyek yang bersangkutan, sehingga diklasifikasi sebagai hal yang normal.
- e. Bebas dari pertimbangan mencapai target jadwal penyelesaian proyek, karena dikhawatirkan mendorong untuk menentukan angka yang disesuaikan dengan target tersebut. Tidak memasukkan angka kontingensi untuk hal-hal seperti adanya bencana alam (gempa bumi, banjir, badai, dan lain-lain), pemogokan dan kebakaran.

#### **2.1.4.4 Penentuan Biaya**

Biaya yang digunakan di proyek adalah biaya total. Total biaya untuk setiap durasi waktu adalah jumlah biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya tidak langsung bersifat kontinu selama proyek, sehingga pengurangan durasi proyek berarti pengurangan dalam biaya tidak langsung. Biaya langsung dalam grafik akan meningkat jika durasi proyek dikurangi dari awalnya yang direncanakan. Dengan informasi dari grafik, manajer dapat dengan cepat menimbang alternatif-alternatif yang mungkin diambil dalam memenuhi *deadline* waktu yang ditentukan.

### **2.1.5 Simulasi**

#### **2.1.5.1 Definisi Simulasi**

Simulasi berasal dari Bahasa Inggris *to simulate*, yang artinya menurut Webster's Collegiate Dictionary adalah "*to feign, to obtain the essence of, without the reality*", untuk memperoleh intisari dari sesuatu tanpa melibatkan kenyataan. Sedangkan menurut Oxford American Dictionary (1980) simulasi adalah "*to reproduce the conditions of a situation, as by means of a model, for study or testing or training, etc*", artinya untuk menghasilkan suatu kondisi dari sebuah situasi, dalam maksud sebuah model,

untuk mempelajari atau untuk percobaan atau pelatihan, dan sebagainya.

Simulasi banyak sekali pengertian bila dilihat dari berbagai sudut pandang yang berbeda. Berikut ini adalah berbagai definisi simulasi menurut berbagai pakar:

- Simulasi berhubungan dengan permodelan dari suatu proses atau sistem dalam suatu cara tertentu sehingga model tersebut menirukan respon dari sistem aktual terhadap suatu kejadian yang terjadi seturut dengan waktu. (Schriber, 1987)
- Simulasi merupakan proses perencanaan sebuah model dari sistem nyata dan melakukan eksperimen dengan model tersebut dengan tujuan mengetahui perilaku dari sistem dan melakukan evaluasi berbagai macam strategi untuk operasi dari sistem tersebut. (Pegden, Shannon, & Sadowski, 1990)
- Simulasi adalah suatu proses perancangan dan penciptaan sebuah model terkomputerisasi dari sistem nyata atau yang diusulkan dengan tujuan untuk melakukan eksperimen numerik untuk memberikan kita pengertian yang lebih baik mengenai perilaku dari sistem dengan kumpulan kondisi tertentu yang diberikan (Kelton, Sadowski, 1998)
- Simulasi adalah imitasi dari suatu sistem dinamis menggunakan model komputer dalam rangka untuk melakukan evaluasi dan meningkatkan untuk kerja sistem. (Harrell, Gosh, & Bowden, 2000)

Dari pengertian diatas kita dapat menyimpulkan bahwa simulasi merupakan konstruksi dari suatu model dan penggunaan model secara eksperimental untuk mempelajari suatu sistem. Lebih jauh lagi kita dapat menyimpulkan bahwa *simulation modelling* (permodelan simulasi) sebagai suatu metodologi eksperimental dan terapan yang berusaha mencapai hal-hal tersebut dibawah (Pegden, 1990, p1)

1. Mendeskripsikan perilaku dari sistem-sistem



2. Membangun suatu teori atau hipotesa yang berhubungan dengan perilaku yang diamati dari sistem-sistem tersebut.
3. Menggunakan model simulasi untuk meramalkan (*predict*) perilaku sistem pada masa depan, misalnya: akibat yang dihasilkan oleh perubahan dalam sistem atau dalam metode operasinya.

Sedangkan model dan sistem merupakan komponen-komponen utama dari definisi simulasi. Model merupakan suatu representasi dari sekelompok obyek atau ide kedalam suatu bentuk yang lain dari suatu entitas. Sistem adalah merupakan kelompok atau koleksi dari elemen-elemen yang bekerja sama untuk mencapai suatu kondisi tujuan (Pegden, 1990).

#### **2.1.5.2 Klasifikasi Dari teknik Simulasi**

Klasifikasi atau pengelompokan dari teknik simulasi dibagi menjadi 3 kelompok (Law & Kelton, 2000), yaitu.

1. Model Simulasi Statis dan Model Simulasi Dinamis
2. Model Simulasi Deterministik dan Model Simulasi Stochastic
3. Model Simulasi Kontinyu dan Model Simulasi Diskrit

Jenis klasifikasi simulasi yang terdapat dalam skripsi ini adalah adalah simulasi dinamis, stochastic, dan diskrit. Untuk lebih jelas, pada sub-bab berikut akan dibahas masing-masing jenis klasifikasi.

##### **1. Model Simulasi Statis dan Model Simulasi Dinamis**

Simulasi statis merupakan representasi dari sebuah sistem pada suatu waktu tertentu atau digunakan pada sistem dimana waktu tidak mempunyai peran. Penetapan paling sederhana pada simulasi ini adalah saat kita memasukan nilai variabel pada suatu rumus untuk memperoleh hasil akhirnya. Contohnya adalah simulasi dengan menggunakan program *spreadsheet*, dimana variable-variabel dan persamaan telah ditentukan terlebih dahulu, sehingga kita tinggal memasukan input untuk

mendapat keluarannya. Contoh lain dari simulasi statis adalah model Monte Carlo. Dilain pihak, simulasi dinamis mewakili sistem yang berubah-ubah seturut waktu. Misalnya sistem ban berjalan pada pabrik, atau sistem sirkulasi parkir.

## 2. Model Simulasi Deterministik dan Model Simulasi Stochastic

Bila sistem simulasi tidak mempunyai komponen probabilitas (kemungkinan), maka dinamakan simulasi deterministik. Contoh dari sistem ini adalah persamaan diferensial yang menghitung reaksi kimia. Hasil akhir dari simulasi deterministik telah ditentukan ketika sejumlah input dimasukkan ke dalam model, walaupun bisa saja diperlukan waktu yang lama untuk menghitung hasil akhir simulasi tersebut.

Bila sistem tersebut memiliki beberapa komponen input acak (random), maka simulasi tersebut termasuk simulasi *stochastic*. Hasil akhir atau keluaran dari model *stochastic* ini juga berupa komponen acak. Kebanyakan sistem antrian (*queueing*) dan persediaan (*inventory*) merupakan model *stochastic*.

## 3. Model Simulasi Kontinyu dan Model Simulasi Diskrit

Simulasi kontinyu merupakan model system yang kondisi status variabelnya berubah-ubah terus menerus sesuai dengan waktu. Simulasi model melibatkan persamaan diferensial yang merupakan relasi dari tingkat perubahan status variabel sistem terhadap waktu. Contoh simulasi ini adalah simulasi aliran air dari beberapa sungai ke sebuah waduk, atau simulasi tingkat populasi penduduk pada suatu daerah dengan memperhatikan fertilitas dan mortalitas.

Simulasi diskrit yang merupakan jenis klasifikasi simulasi, dimana status variabelnya berubah seketika pada satu titik waktu yang terpisah. Dengan kata lain sistem berubah hanya pada satu waktu tertentu Hal ini berbeda dengan simulasi kontinyu yang berubah terus menerus sejalan dengan waktu. Contoh pada simulasi ini adalah sistem antrian, Sistem sirkulasi parkir.

### **2.1.5.3 Keunggulan dan Kelemahan Metode Simulasi**

Menurut Pegden (1990, p9) ada beberapa keunggulan dan kelemahan yang terdapat pada metode simulasi. Daftar dibawah ini adalah beberapa keunggulan dari metode simulasi

1. Perubahan pada peraturan, prosedur, aturan pengambil keputusan, struktur organisasi, dan lain-lain, dapat diselidiki tanpa mengganggu operasi yang sedang berjalan saat ini.
2. Rancangan perangkat keras baru dapat diuji coba sebelum mengalokasikan sumberdaya pada implementasi yang sesungguhnya.
3. Hipotesa mengenai bagaimana dan mengapa fenomena tertentu terjadi dapat dicoba untuk study kelayakan.
4. waktu dapat diatur, dan dapat pula dipersingkat, sehingga memungkinkan kita untuk mempelajari sebuah fenomena.
5. Perlambatan pada aliran informasi, material, dan produk dapapan diidentifikasi.

Disamping berbagai keunggulan metode simulasi juga mempunyai kelemahan atau kekurangan, yaitu

1. Pembuatan model simulasi memerlukan latihan. Kualitas dari analisis tergantung dari model yang dibangun dan keahlian dari pembuat model tersebut.
2. Hasil simulasi terkadang masih sulit diterjemahkan. Karena model simulasi berusaha menangkap keacakan dari system sesungguhnya.
3. Analisis simulasi dapat memakan waktu dan menjadi mahal. Analisis yang layak mungkin tidak diperoleh, dengan waktu dan sumberdaya yang ada.

### **2.1.5.4 Perangkat Lunak Simulasi**

Simulasi proses konstruksi telah menjadi topik yang populer semenjak Halpin (1974) memperkenalkan perangkat lunak CYCLONE. Menurut Abudayyeh et al. (2004) penelitian

mengenai simulasi konstruksi menjadi topik utama dalam bidang konstruksi pada periode 1997-2002 dan sampai dengan hari ini masih menjadi topik dengan perkembangan tercepat dibandingkan topik lain. Perangkat lunak yang dirancang khusus untuk kegiatan konstruksi pun banyak dihasilkan antara lain; INSIGHT (Paulson et al, 1983), RESQUE (Chang, 1986), CIPROS (Odeh, 1992), STROBOSCOPE (Martinez, 1996) dan EZstrobe (Martinez, 1998).

Dengan adanya perangkat lunak dalam mensimulasikan proses konstruksi, perencana dapat membuat kegiatan konstruksi menjadi lebih terprediksi dan lebih efisien dalam penggunaan sumber daya (resources) yang dimiliki oleh pelaksana pekerjaan konstruksi.

Dalam tugas akhir ini penulis menerapkan *aplikasi Stroboscope*. Dengan adanya perangkat lunak ini dalam mensimulasikan proses konstruksi, perencana dapat membuat kegiatan konstruksi menjadi lebih terprediksi dan lebih efisien dalam penggunaan sumber daya (resources) yang dimiliki oleh pelaksana pekerjaan konstruksi. Salah satu hal penting dalam simulasi adalah membuat pemodelan sistem yang nyata yang akan disimulasikan. Dalam halnya operasi konstruksi maka metoda membuat model suatu operasi konstruksi menjadi isi itinya.

### **2.1.6 Stroboscope**

Stroboscope adalah tujuan umum bahasa pemrograman simulasi dan sistem untuk pemodelan berbagai proses yang kompleks, seperti di konstruksi, transportasi, manufaktur, pelayanan kesehatan, dll Ini dikembangkan sebagai bagian dari penelitian doctoral dari Julio C. Martinez dalam program Teknik dan Manajemen Konstruksi di University of Michigan di bawah arahan Profesor Photius G. Ioannou. perkembangannya sebagian didukung oleh National Science Foundation (Hibah CMS-9415105).

Nama stroboscope merupakan singkatan dari negara bagian dan Simulasi Berbasis Sumberdaya dari proses rekonstruksinya dan mencerminkan sistem tujuan desain utama: kemampuan untuk membuat keputusan yang dinamis yang kompleks dan mengontrol simulasi pada saat run-time, berdasarkan kondisi sistem saat ini dan karakteristik, atribut, dan negara sumber daya.

Desain stroboscope didasarkan pada aktivitas tiga fase pemindaian dan tidak memproses interaksi seperti kebanyakan sistem simulasi lainnya. Paradigma aktivitas scanning simulasi memungkinkan stroboscope untuk model interaksi sumber daya kompleks yang mencirikan operasi siklik tanpa perlu membuat perbedaan antara sumber daya yang melayani (server atau sumber daya yang langka) dan mereka yang dilayani (pelanggan atau badan bergerak). model simulasi stroboscope menggunakan jaringan berbasis representasi grafis mirip dengan aktivitas siklus diagrams.

### 2.1.6.1 Kegiatan siklus diagram dan kegiatan scanning

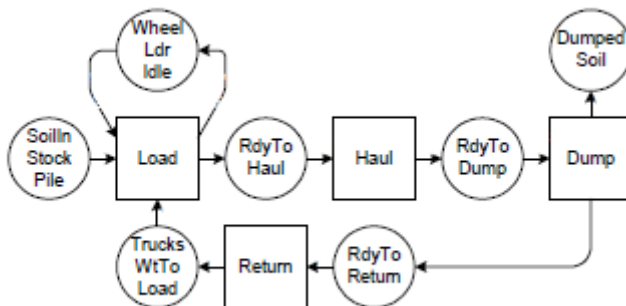
Model aktivitas Scanning disusun berdasarkan berbagai kegiatan yang dapat berlangsung dalam sebuah operasi. pemodel berfokus pada identifikasi kegiatan, kondisi di mana aktivitas dapat terjadi, dan hasil dari kegiatan ketika mereka berakhir. Martinez dan Ioannou (1999) menjelaskan secara rinci perbedaan antara Kegiatan Scanning dan paradigma lain. Untuk operasi bumi bergerak di mana wheel loader memuat truk dari stockpile, misalnya, pemodel dapat mengidentifikasi kegiatan seperti yang dicontohkan pada Tabel 2.1

**Tabel 2.1** Contoh Aktifitas, kondisi, dan hasil untuk operasi pengerukan

<b>Conditions Needed to Start</b>	<b>Activity</b>	<b>Outcome of Activity</b>
Wheel loader idle at source.Empty truck waiting to load.Enough soil in stockpile	Load	Wheel loader idle at source.Loaded truck ready to houl.

Loaded truck ready to haul	Haul	Loaded truck ready to dump
Loaded ready to dump.	Dump	Dumped soil. Empty truck ready to return
Empty truck ready to return	Return	Empty truck waiting to load

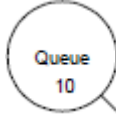
Model ini biasanya direpresentasikan menggunakan Activity Cycle Diagram (ACD), yang merupakan jaringan dari lingkaran dan kotak yang mewakili sumber daya idle, kegiatan, dan diutamakan mereka. ACD dari Gambar 2.1 misalnya, adalah representasi grafis dari informasi pada Tabel 2.1. persegi panjang mewakili kegiatan (sumber berkolaborasi untuk mencapai tugas), lingkaran mewakili antrian (sumber daya idle), dan hubungan antara mereka mewakili aliran sumber. ACDS jenis ini digunakan untuk mengekspresikan konsep utama dari model simulasi - rincian lain dari model seperti kondisi startup tidak berhubungan dengan sumber daya ketersediaan, tidak ditampilkan. ACD digunakan sebagai panduan untuk pengkodean model dengan menggunakan bahasa pemrograman tujuan umum atau simulasi.



**Gambar 2.1** Contoh konvensional ACD untuk operasi pengerukan

### 2.1.6.2 Dasar elemen Stroboscope

elemen dasar pemodelan yang dapat digunakan di Stroboscope, aturan didahulukan yang mengaturnya, dan *explanation follow* mereka.

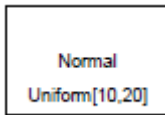


Sebuah Queue adalah elemen bernama yang memegang sumber daya idle. nama antrian ditampilkan di pusat. Pada awal simulasi antrian mengadakan sejumlah sumber. Sumber ditempatkan di antrian ketika mereka dilepaskan dengan mengakhiri contoh sebelumnya aktivitas. Sebuah antrian dapat mengikuti setiap simpul lain kecuali antrian lain. Sebuah antrian hanya dapat mendahului kegiatan bersyarat (combi).



Sebuah kegiatan bersyarat (combi) adalah elemen bernama yang mewakili tugas yang dapat mulai kapan sumber daya yang tersedia di antrian yang mendahuluinya yang cukup untuk mendukung tugas. Nama kegiatan bersyarat ditampilkan di pusat. jumlah di atas adalah prioritas bahwa kegiatan bersyarat memiliki lebih aktivitas kondisional lain ketika bersaing untuk sumber daya di sebelumnya antrian. Sebuah kegiatan bersyarat dengan prioritas tinggi memiliki kesempatan untuk memulai sebelum kegiatan bersyarat dengan prioritas yang lebih rendah. Prioritas bisa negatif dan nilai default adalah nol (misalnya, ketika prioritas tidak ditentukan diasumsikan menjadi nol). Rumus di bawah kegiatan bersyarat digunakan untuk menentukan durasi contohnya. Rumus durasi biasanya sampel dari distribusi probabilitas. Oleh karena itu, contoh yang berbeda dari kegiatan bersyarat yang sama dapat memiliki jangka waktu yang berbeda. Bersyarat

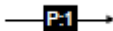
aktivitas hanya bisa mengikuti antrian, tapi bisa mendahului node lain selain kegiatan bersyarat



Sebuah kegiatan bound (normal) adalah elemen bernama yang mewakili tugas yang dimulai setiap kali sebuah contoh dari setiap kegiatan sebelumnya berakhir. Nama kegiatan bound ditampilkan di pusat. rumus di bawah activity bound digunakan untuk menentukan durasi contoh nya. Rumus durasi biasanya sampel dari distribusi probabilitas. Akibatnya, contoh yang berbeda dari kegiatan bound yang sama dapat memiliki jangka waktu yang berbeda. Sebuah kegiatan bound dapat mengikuti setiap node kecuali antrian, dan dapat mendahului setiap node kecuali kegiatan bersyarat.



sebuah rilis tautan menghubungkan sebuah kegiatan untuk node lain kecuali kegiatan bersyarat. Teks yang ditampilkan pada rilis link menunjukkan jumlah sumber daya yang akan dirilis melalui link setiap kali sebuah contoh dari aktivitas pendahulunya berakhir



Sebuah cabang link menghubungkan fork ke node lain kecuali kegiatan bersyarat. teks yang ditampilkan pada link cabang menunjukkan nilai dari "p" properti untuk link itu. "p" properti menetapkan kemungkinan relatif bahwa penerus terhubung dengan link cabang akan dipilih setiap kali fork perlu memilih penggantinya.

### 2.1.6.3 Tambahan Input dan Simulasi Keluaran

Karena sebuah dijelaskan Stroboscope ACD adalah representasi lengkap operasi, dalam banyak kasus tidak ada input dasar lebih lanjut diperlukan untuk menjalankan simulasi. Untuk



simulasi yang tidak alami berhenti (yaitu, yang berpotensi dapat menjalankan selamanya), maka perlu untuk menentukan kondisi simulasi terminasi. Dalam Stroboscope kondisi ini dapat diatur dengan menentukan batas waktu simulasi atau pada jumlah kali kegiatan tertentu dimulai.

Tujuan dari simulasi operasi adalah untuk mendapatkan ukuran statistik kinerja. Secara default, Stroboscope akan menghasilkan laporan yang berisi waktu simulasi laporan dan informasi tentang kegiatan dan antrian dari model. Sebuah laporan untuk model yang ditunjukkan pada Gambar 2.1, misalnya, ditunjukkan di bawah ini.

Statistics report at simulation time 161.195

Queue	Res	Cur	Tot	AvWait	AvCont	SDCont	MinCont	MaxCont
DumpdSoil	exs	990.00	990.00	80.32	493.29	301.72	0.00	990.00
SoilInStkPl	exs	10.00	1000.00	74.38	461.45	298.67	10.00	1000.00
TrkWtLd	exs	5.00	71.00	0.80	0.35	0.92	0.00	5.00
WhlLdrIdle	exs	1.00	67.00	0.88	0.36	0.48	0.00	1.00

Activity	Cur	Tot	1stSt	LstSt	AvDur	SDDur	MinD	MaxD	AvInt	SDInt	MinI	MaxI
Dump	0	66	6.94	156.70	0.50	0.00	0.50	0.50	2.30	1.15	0.90	5.13
Haul	0	66	1.58	150.85	5.32	0.31	4.55	5.88	2.30	1.11	1.30	5.30
Load	0	66	0.00	149.30	1.55	0.15	1.30	1.80	2.30	1.10	1.30	5.42
Return	0	66	7.44	157.20	3.98	0.32	3.30	4.76	2.30	1.15	0.90	5.13

**Gambar 2.2** Contoh Laporan model keluaran Stroboscope

Untuk setiap antrian, laporan menunjukkan isi pada saat laporan (Cur), jumlah total sumber daya yang pernah masuk (Tot), rata-rata waktu tunggu (AvWait), isi waktu rata-rata tertimbang (AvCont), yang timeweighted standar deviasi dari konten, isi minimum (MinCont), dan konten maksimum (MaxCont). Untuk setiap kegiatan, laporan menunjukkan jumlah saat kali bahwa aktivitas sedang dilakukan pada saat laporan (Cur), jumlah total kali itu telah dimulai (Tot), waktu di mana contoh pertama dimulai (1stSt), waktu di mana contoh terakhir dimulai (LstSt), rata-rata durasi (AvDur), standar deviasi dari durasi (SDDur), durasi minimum (pikiran), durasi maksimum

(MaxD), waktu rata-rata antara berturut-turut dimulai (AvInt), standar deviasi dari waktu antara start berturut-turut (SDInt), waktu minimum antara start berturut-turut (mini), dan waktu maksimum antara start berturut-turut (maxi). Catatan dari output yang SoilInStkPl berisi 10 unit sumber daya (meter kubik) pada saat laporan. Sumber daya tetap di SoilInStkPl karena mereka tidak cukup untuk memungkinkan beban untuk memulai (yang memerlukan 15) sekali lagi.

statistik yang lebih rinci mengenai isi historis antrian tersedia dalam bentuk histogram kumulatif. Untuk mendapatkan histogram untuk antrian itu perlu untuk menentukan jangkauan dan jumlah sampah koleksi. EZStrobe tambahan akan membuat underflow dan bin meluap. Menentukan 3 sampah antara 1 dan 4 untuk TrkWtLd, misalnya, menghasilkan output tambahan yang ditampilkan di bawah ini:

```
Detailed statistics on content of queue TrkWtLd
```

Content	TotTime	%Time
< 1.00	132.94	82.47
< 2.00	147.77	91.67
< 3.00	151.94	94.26
< 4.00	155.31	96.35
>= 4.00	5.89	3.65

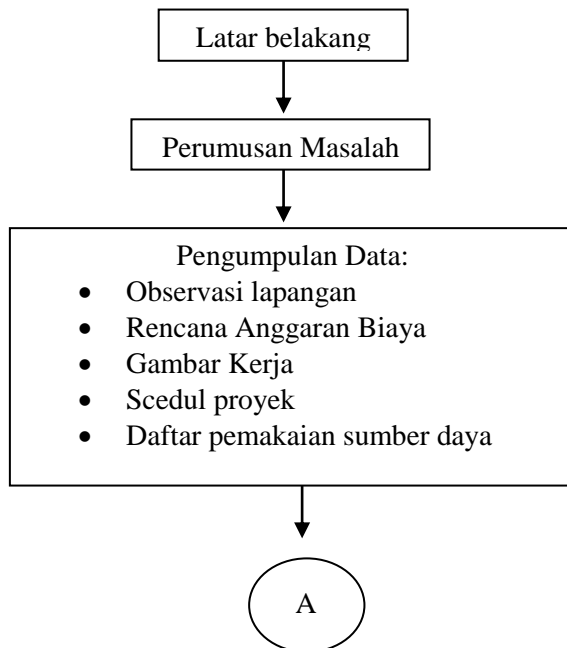
**Gambar 2.3** Contoh Laporan model keluaran tambahan Stroboscope

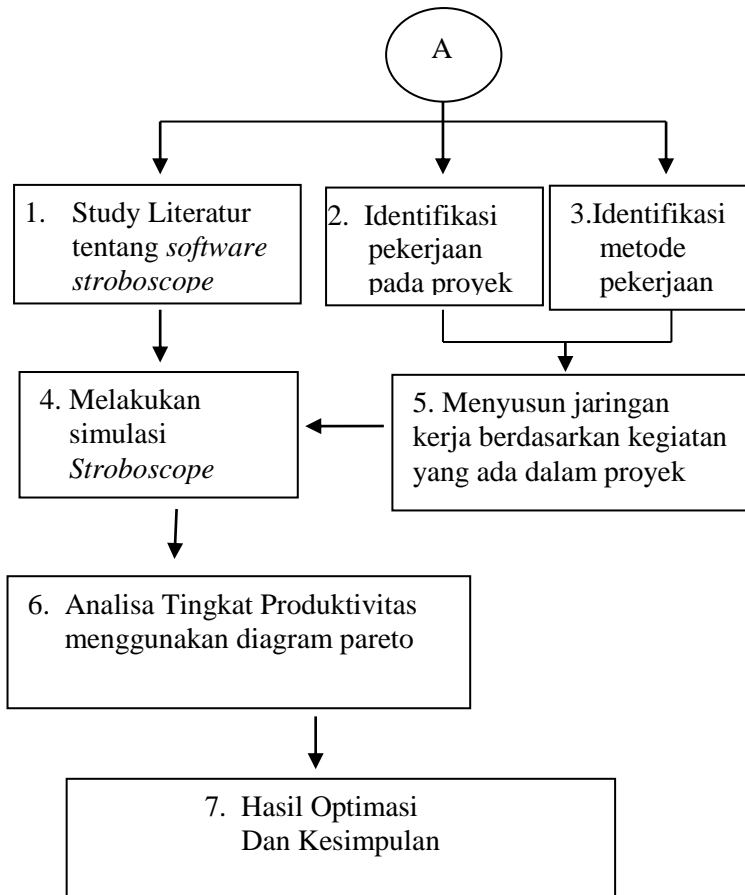
### BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk menganalisa kembali pengendalian tenaga kerja dengan simulasi menggunakan *software stroboscope*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, penelitian yang menggambarkan kondisi proyek tertentu dengan analisis data-data yang ada. Analisis data menggunakan metode analitis dan deskriptif. Analitis berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Sedangkan deskriptif maksudnya adalah dengan memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak serta kesimpulan dari hasil analisis. Berikut merupakan bagan alir penelitian ini:





**Gambar 3.1** Bagan Alir Penelitian

### 3.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini merupakan upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga kerja dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Untuk mendukung analisa tersebut, penulis mengambil contoh sebagai studi kasus yaitu Proyek Pembangunan water tower PT Gudang Garam Kediri. Untuk mempermudah analisis diperlukan data-data yang berkaitan langsung dengan proyek tersebut. Data-data tersebut antara lain :

- a. Data pemakaian SDM diLapangan untuk menghitung produktivitas.
- b. Daftar harga upah dan bahan
- c. Daftar harga satuan pekerjaan
- d. Gambar rencana proyek
- e. Scedul proyek

### **3.3 Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian dapat dijabarkan sebagai berikut:

#### **3.3.1 Tahap Persiapan (Study Literatur)**

Stroboscope adalah tujuan umum bahasa pemrograman simulasi dan sistem untuk pemodelan berbagai proses yang kompleks.

Stroboscope merupakan simulasi berbasis sumberdaya dari proses rekonstruksinya dan mencerminkan sistem tujuan desain utama kemampuan untuk membuat keputusan yang dinamis yang kompleks dan mengontrol simulasi pada saat *run-time*, berdasarkan kondisi sistem saat ini dan karakteristik sumber daya.

Desain stroboscope didasarkan pada aktivitas tiga fase pemindaian dan tidak memproses interaksi seperti kebanyakan sistem simulasi lainnya. Paradigma aktivitas scanning simulasi memungkinkan stroboscope untuk model interaksi sumber daya kompleks yang mencirikan operasi siklik tanpa perlu membuat perbedaan antara sumber daya yang melayani (server atau sumber daya yang langka) dan mereka yang dilayani (pelanggan atau badan bergerak). model simulasi stroboscope menggunakan jaringan berbasis representasi grafis mirip dengan aktivitas siklus diagrams.

#### **3.3.2 Identifikasi pekerjaan pada proyek**

Mengidentifikasi pekerjaan bermaksud untuk mengelompokan item-item pekerjaan yang nantinya sumber daya manusia yang ada dalam proyek akan diperkerjakan sesuai pada bidangnya. Dan juga seberapa jumlah pekerja yang akan

ditempatkan pada pekerjaan tersebut. Sehingga kesesuaian pekerja pada bidangnya akan membuat mutu atau kualitas pekerjaan akan baik dan durasi pekerjaan akan lebih optimal

### **3.3.3 Identifikasi metode pekerjaan**

Dari identifikasi ini diperoleh jenis pekerjaan dan jenis metode pekerjaan yang akan digunakan. Dimana semua metode itu mempunyai satu tujuan yang terpenting, salah satunya yaitu bagaimana menggabungkan semua sumber daya untuk tercapainya tujuan proyek tersebut. Ketepatan penggunaan peralatan tergantung dari faktor biaya, waktu, dan faktor sosial.

### **3.3.4 Menyusun jaringan kerja berdasarkan kegiatan yang ada dalam proyek**

Menyusun jaringan kerja bertujuan untuk mengontrol proyek dengan cara menguraikan pekerjaan menjadi komponen-komponen yang dinamakan kegiatan (activity). Selanjutnya kegiatan ini disusun dan diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan proyek dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan ekonomis, dalam waktu yang sesingkat mungkin dengan jumlah tenaga kerja yang minimum.

### **3.3.5 Melakukan simulasi Stroboscope**

Tahap awal untuk melakukan simulasi menggunakan Stroboscope adalah dengan penyusunan model simulasi konstruksi. Model simulasi konstruksi merupakan model dari kegiatan konstruksi yang dilengkapi dengan adanya sumber daya yang bekerja di dalam tiap pekerjaannya.

### **3.3.6 Membuat batasan pada diagram pareto**

Dari data-data hasil simulasi, didapatkanlah diagram yang dapat digunakan sebagai batasan dimana semakin rendah nilai total cost dan semakin pendek working time suatu pekerjaan. Maka semakin optimal produktifitas pekerjaan tersebut.

### **3.3.7 Hasil Optimasi**

Hasil simulasi berupa daftar pekerjaan dan waktu penyelesaiannya. Hasil ini digunakan sebagai penghitung produktifitas simulasi. Produktifitas merupakan total produksi yang dihasilkan dalam rentan waktu tertentu.

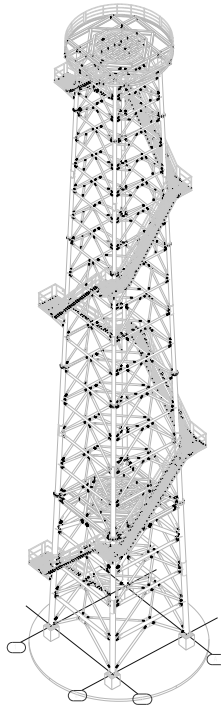
*(Halaman ini Sengaja dikosongkan)*



## **BAB IV PEMBAHASAN**

### **4.1 Identifikasi Pekerjaan Pada Proyek**

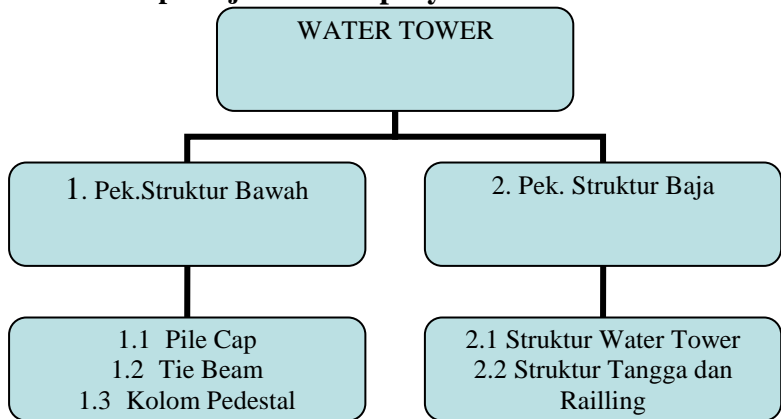
Proyek pembangunan Water Tower PT. Gudang Garam Unit IX memiliki harga total pekerjaan senilai Rp. 3.203.156.193,- (sudah termasuk Pajak Pertambahan Nilai) dengan jangka waktu pelaksanaan 52 hari kalender. Pembangunan Water Tower direncanakan dengan ketinggian 52 m dengan total luas bangunan 32 m<sup>2</sup>. Tampak proyek dan tampak ditunjukkan pada gambar 4.1



**Gambar 4.1** Tampak Tower

[illegible]

#### 4.2 Identifikasi pekerjaan dalam proyek



**Gambar 4.2** Identifikasi pekerjaan

#### 4.3 Kegiatan siklus diagram dan kegiatan *scanning*

Model aktivitas Scanning disusun berdasarkan berbagai kegiatan yang dapat berlangsung dalam sebuah operasi. pemodel berfokus pada identifikasi kegiatan, kondisi di mana aktivitas dapat terjadi, dan hasil dari kegiatan ketika mereka berakhir. Martinez dan Ioannou (1999) menjelaskan secara rinci perbedaan antara kegiatan Scanning dan paradigma lain. Untuk operasi bumi bergerak di mana wheel loader memuat truk dari stockpile, misalnya, pemodel dapat mengidentifikasi kegiatan seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.2

#### 4.4 Durasi Work Task

Durasi setiap work task yang digunakan dalam melakukan simulasi ini diperoleh dari data observasi dilapangan. Akan tetapi durasi yang digunakan tingkat kevalidan data masih sangat minimum. Karena sebaiknya durasi harus berdasarkan penelitian atas pekerjaan sebelumnya yang kemudian dianalisis menggunakan distribusi tertentu untuk mendapatkan CDF dari data tersebut.

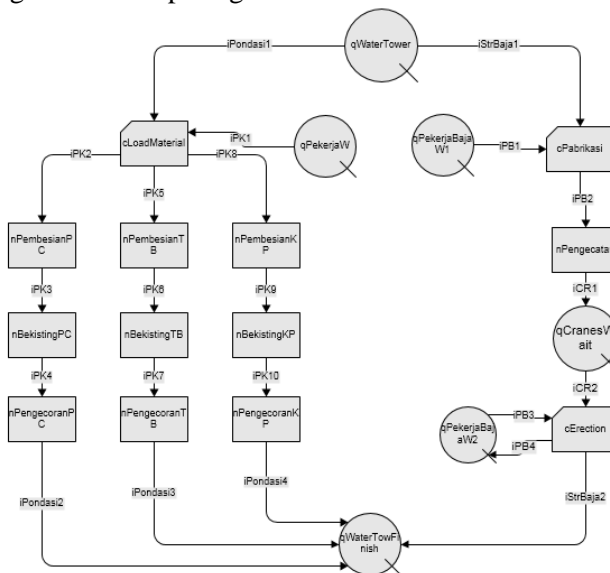
Dalam penelitian ini durasi digunakan merupakan target pemasangan yaitu 1 hari per 8 jam (semua work task dilakukan), kemudian dari 8 jam tersebut didistribusikan secara proporsional ke setiap work task yang ada.

Untuk menyiasati tingkat kevalidan data durasi yang minimum maka ditetapkan batas bawah dan batas atas dari durasi untuk mengakomodasi ketidakvalidan data durasi

## 4.5 Pengolahan dan analisis data

### 4.5.1 Pemodelan Stroboscope

Tahap pertama yang dilakukan adalah pembuatan model Stroboscope, pembuatan model Stroboscope dilakukan menggunakan logika pekerjaan *predesor* dan *follower* serta alur sumber daya yang terlibat dengan menggunakan Microsoft visio. Secara garis besar seperti gambar 4.2.



**Gambar 4.3** Skema aktivitas pekerjaan

Untuk menjalankan stroboscope Anda dapat memilih stroboscope ketika Anda memulai Visio dan meminta Anda untuk memilih gambar Template, atau dapat menggunakan menu urut File -> New -> stroboscope dari dalam Visio. Buat model dengan menyeret dan menjatuhkan elemen pemodelan dari stensil. The Stencil, stroboscope.vss, adalah jendela dengan latar belakang hijau yang terletak di sepanjang tepi kiri ruang kerja Visio. Jangan pernah membuka stroboscope Stencil langsung (hanya template, stroboscope.vst).

Ketika kita tarik Combis, Normals, dan Antrian dari stensil kepada gambar, kotak dialog muncul di mana Anda dapat menyediakan properti dari node. Nanti dapat mengedit properti ini dengan mengklik dua kali lebih node. Jika kotak dialog tidak muncul pada tarik atau double-klik, itu adalah karena instalasi rusak - coba menginstal ulang atau hubungi penulis jika masalah bertahan.

Setelah kita menyeret sebuah Link, ujung-ujungnya harus terhubung ke node. Tidak semua bagian dari node dapat target dari koneksi, hanya titik-titik tertentu di sepanjang perimeter. Kita dapat memberitahu bahwa Link akhirnya adalah lebih dihubungkan porsi node jika saat bergerak akhir Link, hal itu menunjukkan persegi tebal sekitar akhir menyambar. Yang tepat koneksi akan merah bila link dipilih. Mengedit pilihan model dan menjalankan model dengan memilih dari menu yang muncul ketika Anda klik kanan-atas area kosong halaman.

informasi dinamis yang berarti terpapar oleh stroboscope via ditentukan sistem dan systemmaintained variabel.

#### **4.5.2 Membuat beberapa scenario simulasi**

Sebelum melakukan Scenario simulasi. Terlebih dahulu siapkan data- data penunjang seperti scedul kebutuhan pada table berikut dan rencana kebutuhan sumber daya manusia.



Dengan pertimbangan skedul dan observasi produktifitas pekerja dilapangan, serta melihat secara langsung kondisi lapangan, maka dapat dibuatlah data-data rencana simulasi seperti dibawah ini :

- a. Scenario simulasi I
  - Pekerja sipil : 7 oh
  - Pekerja baja : 15 oh
  - Mobile crane : 2 unit
  
- b. Scenario simulasi II
  - Pekerja sipil : 10 oh
  - Pekerja baja : 20 oh
  - Mobile crane : 1 unit
  
- c. Scenario simulasi III
  - Pekerja sipil : 7 oh
  - Pekerja baja : 15 oh
  - Mobile crane : 1 unit
  
- d. Scenario simulasi IV
  - Pekerja sipil : 7 oh
  - Pekerja baja : 15 oh
  - Mobile crane : 2 unit
  
- e. Scenario simulasi V
  - Pekerja sipil : 10 oh
  - Pekerja baja : 20 oh
  - Mobile crane : 1 unit

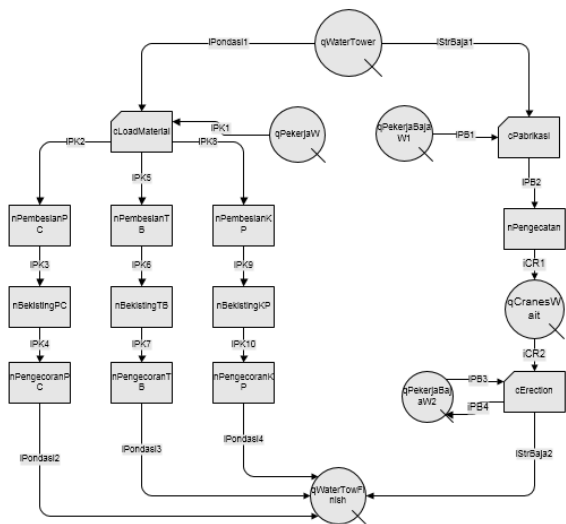
Dari data diatas dapat dibuat tabel rencana simulasi seperti pada tabel dibawah ini

**Tabel 4.3** Rencana simulasi

Sumber daya	SIMULASI					
	0 (real)	I	II	III	IV	V
pekerja (oh)	7	7	10	7	7	10
pekerja baja (oh)	15	15	20	15	15	20
mobile crane (unit)	1	2	1	1	2	1

Dari tabel tersebut dapat dijadikan acuan atau input data kedalam permodelan stroboscope. Seperti pada gambar pemodelan aktivitas pekerjaan dibawah ini

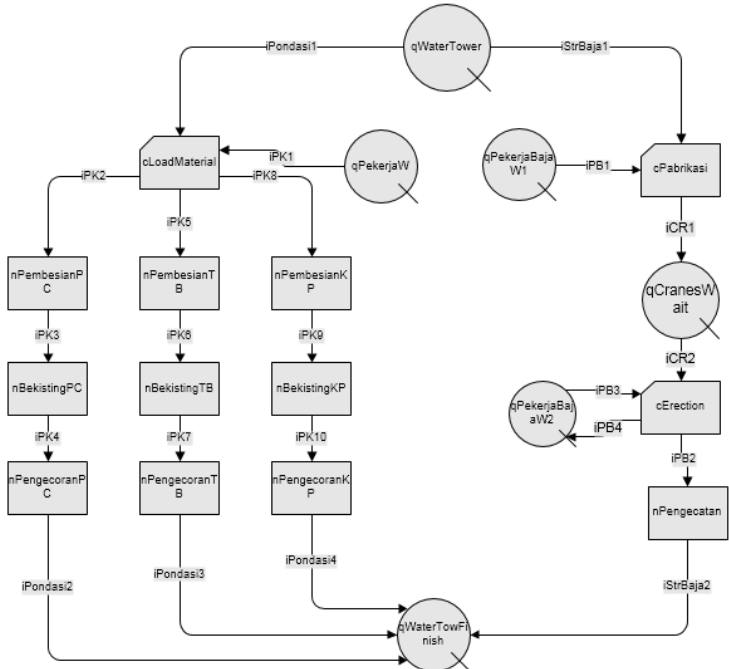
- a. Gambar skema aktivitas pekerjaan realita dan scenario simulasi I dan II



**Gambar 4.4** Skema aktivitas pekerjaan realita dan scenario simulasi I dan II



- b. Gambar skema aktivitas pekerjaan realita dan scenario simulasi III, IV dan scenario simulasi V



**Gambar 4.5** Skema aktivitas pekerjaan realita dan scenario simulasi III, IV dan scenario simulasi V

#### 4.5.3 Hasil Output *Stroboscope*

Karena simulasi *stroboscope* adalah representasi lengkap operasi, dalam banyak kasus tidak ada input dasar lebih lanjut diperlukan untuk menjalankan simulasi. Untuk simulasi yang tidak alami berhenti (yaitu, yang berpotensi dapat menjalankan selamanya), maka perlu untuk menentukan kondisi simulasi terminasi. Dalam *stroboscope* kondisi ini dapat diatur dengan

menentukan batas waktu simulasi atau pada jumlah kali kegiatan tertentu dimulai.

Tujuan dari simulasi operasi adalah untuk mendapatkan ukuran statistik kinerja. Secara default, *stroboscope* akan menghasilkan laporan yang berisi waktu simulasi laporan dan informasi tentang kegiatan dan antrian dari model. Sebuah laporan untuk model yang ditunjukkan pada Gambar dibawah ini, misalnya, pada scenario simulasi pada saat kondisi dilapangan. Dan scenario simulasi lainnya.

Queue	Res	Cur	Tot	AvWait	AvCont	SDCont	MinCont	MaxCont					
=====													
qCranesWait	rCrane	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					
qPekerjaBajaW1	rPekerjaBaja	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00					
qPekerjaBajaW2	rPekerjaBaja	5.00	6.00	39.00	4.27	0.44	4.00	5.00					
qPekerjaW	rPekerja	17.00	18.00	51.76	17.00	0.00	17.00	18.00					
qWaterTowFinishr	WaterTower	100.00	100.00	16.67	30.41	32.57	0.00	100.00					
qWaterTower	rWaterTower	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00					
=====													
Activity	Cur	Tot	letSt	LetSt	AvDur	SDDur	MinD	MaxD	AvInt	SDInt	MinI	MaxI	
=====													
cErection	0	1	0.00	0.00	40.03		40.03	40.03					
cLoadMaterial	0	1	0.00	0.00	2.98		2.98	2.98					
cFabrikasi	0	5	0.00	0.00	6.69	1.86	3.59	8.43	0.00	0.00	0.00	0.00	
nBekistingKP	0	1	22.03	22.03	8.57		8.57	8.57					
nBekistingPC	0	1	17.79	17.79	9.30		9.30	9.30					
nBekistingTB	0	1	6.66	6.66	43.71		43.71	43.71					
nPembesianKP	0	1	2.98	2.98	19.06		19.06	19.06					
nPembesianPC	0	1	2.98	2.98	14.82		14.82	14.82					
nPembesianTB	0	1	2.98	2.98	3.68		3.68	3.68					
nPengecatan	0	5	3.59	8.43	7.67	1.30	5.78	8.91	1.21	1.29	0.25	3.11	
nPengecoranKP	0	1	30.61	30.61	0.03		0.03	0.03					
nPengecoranPC	0	1	27.09	27.09	0.00		0.00	0.00					
nPengecoranTB	0	1	50.37	50.37	4.44		4.44	4.44					
=====													
The Future Events List is empty at simulation time 54.01													
Total Number of Named Objects : 49													
Total Number of Variables : 55													
Total Number of Statements : 9													
Total Working Time: 54.80873 days													
Total Cost: 3.2885238e+008													

**Gambar 4.6** Output hasil *runing stroboscope* simulasi pada saat kondisi dilapangan



## b. Output Scenario simulasi II

```

Stroboscope Simulation System I durasi 45.3125 hari
TUGAS AKHIR\TA ANGGA\lampiran\simulasi\sim 2\pekerjaan Erection 28 nov.2016 - Automation Output #35
Stroboscope Model R:\tugas akhir\TUGAS AKHIR\TA ANGGA\lampiran\simulasi\sim 2\pekerjaan Erection 28
Statistics report at simulation time 45.3125

Queue          Res          Cur          Tot  AvWait  AvCont  SDCont MinCont  MaxCont
=====
qCranesWait    rCrane          0.00         1.00    0.00    0.00    0.00    0.00    1.00
qPekerjaBajaW1 rPekerjaBaja    0.00        20.00    0.00    0.00    0.00    0.00   20.00
qPekerjaBajaW2 rPekerjaBaja    20.00        21.00   41.25    19.12    0.32   19.00   20.00
qPekerjaW       rPekerja         0.00        10.00    0.00    0.00    0.00    0.00   10.00
qWaterTowFinishrWaterTower 775.00       775.00   26.04   445.32   255.03    0.00  775.00
qWaterTower     rWaterTower     526.00       556.00   42.87   526.00    0.00  526.00   556.00

Activity        Cur          Tot    1stSt    1stSt    AvDur  SDDur  MinD    MaxD    AvInt  SDInt  MinI
=====
cErection       0           1      0.00     0.00    40.03  40.03  40.03
cLoadMaterial   0          10      0.00     0.00    6.46   10.60    0.00  26.19    0.00    0.00    0.00
cPabrikasi      0          20      0.00     0.00   11.67   10.40    0.00  39.05    0.00    0.00    0.00
nBekistingKP    0           10      0.00    26.19    6.53    4.50    0.00  14.28    2.91    1.56    1.43
nBekistingPC    0           10      0.00    26.19    5.50    2.94    0.64  10.69    2.91    2.78    0.00
nBekistingTB    0           10      0.00    26.19    3.70    4.66    0.00  14.86    2.91    2.28    0.64
nPembesianKP    0           10      0.00    26.19    5.55    6.31    0.00  18.84    2.91    5.77    0.00
nPembesianPC    0           10      0.00    26.19    2.63    3.89    0.00    9.49    2.91    5.77    0.00
nPembesianTB    0           10      0.00    26.19    6.90    7.61    0.00  19.73    2.91    5.77    0.00
nPengecatan     0           20      0.00    39.05    7.30    6.85    0.00  26.18    2.06    2.63    0.00
nPengecoranKP   0           10      7.17   40.47    1.57    2.10    0.00    4.84    3.70    3.26    1.34
nPengecoranPC   0           10      2.16   33.06    1.89    1.75    0.00    4.50    3.43    3.48    0.29
nPengecoranTB   0           10      5.27   35.84    2.10    2.34    0.00    6.29    3.40    3.37    0.64

The Future Events List is empty at simulation time 45.31

Total Number of Named Objects : 50
Total Number of Variables : 55
Total Number of Statements : 9
Total Working Time: 45.31251 days
Total Cost: 2.9453132e+008

```

-5-

01/07/17 19:13:00

**Gambar 4.8** Output hasil *runing stroboscope* simulasi pada kondisi Scenario simulasi II

**Tabel 4.5** Durasi item pekerjaan simulasi II

Uraian pekerjaan	Min Durasi (hari)	Max Durasi (hari)	AV Durasi (hari)
pabrikasi	5	10	6.46
pengecatan	7	10	7.3
erection	38	45	40
bekistingKP	4	6	6.53
bekistingPC	4	6	5.5
bekistingTB	3	5	3.7
PembesianKP	3	7	5.5
PembesianPC	3	9	2.63
PembesianTB	3	8	6.9
pengecoranKP	1	3	1.57
pengecoranPC	1	3	1.89
pengecoranTB	1	3	2.1

### c. Output Scenario simulasi III

```

Stroboscope Simulation System Education\Wibisono\4.4\TUGAS AKHIR\TA ANGGA\lampiran\simulasi\sim 3\Pekerjaan Erection 28 nov.vndr - Automation Output #37
Stroboscope Model H:\\\\\tugas akhir\TUGAS AKHIR\TA ANGGA\lampiran\simulasi\sim 3\Pekerjaan Erection 28
Statistics report at simulation time 57.6415

=====
Queue          Res          Cur          Tot  AvWait  AvCont  SDCont MinCont  MaxCont
=====
qCranesWait    rCrane          0.00        1.00      0.00      0.00      0.00      0.00      1.00
qPekerjaBajaW1 rPekerjaBaja    0.00        15.00     0.00      0.00      0.00      0.00      15.00
qPekerjaBajaW2 rPekerjaBaja    15.00       16.00    51.54    14.31      0.46     14.00     15.00
qPekerjaW      rPekerja        0.00        7.00      0.00      0.00      0.00      0.00      7.00
qWaterToFinishrWaterTower 550.00     550.00    35.44    338.11    169.70     0.00    550.00
qWaterTower    rWaterTower     534.00     556.00    55.36    534.00     0.00    534.00     556.00
=====

Activity        Cur          Tot          1stSt  LetSt  AvDur  SDDur  MinD  MaxD  AvInt  SDInt  MinI
=====
cErection       0           1           0.00   0.00   40.03   40.03   40.03
cLoadMaterial   0           7           0.00   0.00   9.35    14.94   0.00   35.76   0.00   0.00   0.00
cPabrikasi      0          15           0.00   0.00   5.44    7.60   0.00   25.12   0.00   0.00   0.00
nBekistingKP    0           7           0.00   49.55   4.54   4.64   0.00   10.22   8.26   9.57   0.97
nBekistingPC    0           7           0.00   35.76   6.13   6.12   0.00   14.77   5.96   2.55   3.06
nBekistingTB    0           7           0.00   35.76   2.19   2.18   0.00   5.68   5.96   3.52   1.26
nPembesianKP    0           7           0.00   35.76   4.53   5.37   0.00   13.79   5.96   8.60   0.00
nPembesianPC    0           7           0.00   35.76   6.60   7.52   0.00   19.97   5.96   8.60   0.00
nPembesianTB    0           7           0.00   35.76   5.78   8.69   0.00   22.10   5.96   8.60   0.00
ngecatan        0           1          40.03   40.03   5.37   5.37
ngecoranKP      0           7           4.19   57.64   2.23   3.28   0.00   8.10   8.91  11.80   0.49
ngecoranPC      0           7           3.22   50.53   1.85   1.92   0.00   5.09   7.89   5.01   2.08
ngecoranTB      0           7           2.66   35.76   1.41   2.08   0.00   4.48   5.52   3.87   1.51

The Future Events List is empty at simulation time 57.64

Total Number of Named Objects : 50
Total Number of Variables : 55
Total Number of Statements : 9
Total Working Time: 57.641537 days
Total Cost: 3.1356996e+008

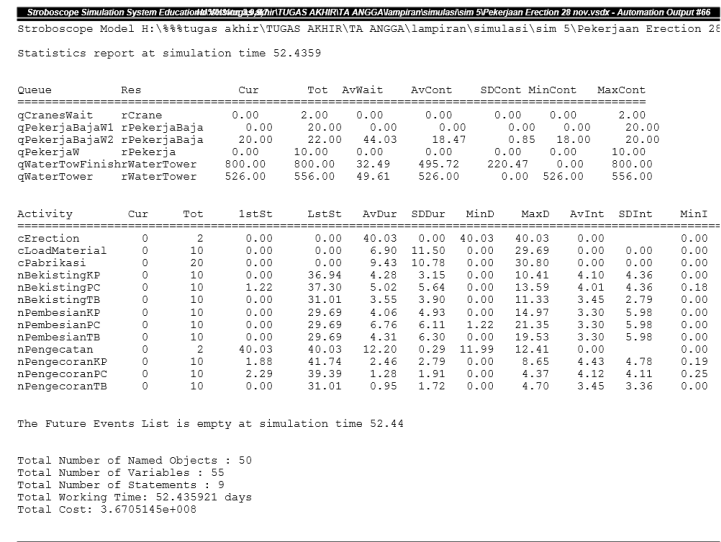
```

**Gambar 4.9** Output hasil *runing stroboscope* simulasi pada kondisi Scenario simulasi III

**Tabel 4.6** Durasi item pekerjaan simulasi III

Uraian pekerjaan	Min Durasi (hari)	Max Durasi (hari)	AV Durasi (hari)
pabrikasi	5	10	5.44
pengecatan	7	10	7.37
erection	38	45	40
bekistingKP	4	6	4.54
bekistingPC	4	8	6.13
bekistingTB	3	8	5.78
PembesianKP	3	7	4.53
PembesianPC	3	9	6.60
PembesianTB	3	8	5.78
pengecoranKP	1	3	2.23
pengecoranPC	1	3	1.85
pengecoranTB	1	3	1.42

d. Output Scenario simulasi IV



**Gambar 4.10** Output hasil *runing stroboscope* simulasi pada kondisi Scenario simulasi IV

**Tabel 4.7** Durasi item pekerjaan simulasi IV

Uraian pekerjaan	Min Durasi (hari)	Max Durasi (hari)	AV Durasi (hari)
pabrikasi	5	10	9.43
pengecatan	7	15	12.20
erection	38	45	40
bekistingKP	4	6	4.28
bekistingPC	4	6	5.02
bekistingTB	3	5	3.55
PembesianKP	3	7	4.06
PembesianPC	3	9	6.76
PembesianTB	3	8	4.31
pengecoranKP	1	3	2.46
pengecoranPC	1	3	1.28
pengecoranTB	1	3	1.05

## e. Output Scenario simulasi V

```

Stroboscope Simulation System Education\060204502\060204502\TUGAS AKHIR\TA ANGGA\lampiran\simulasi\sim 3\Pekerjaan Erection 28
Stroboscope Model H:\ttttugas akhir\TUGAS AKHIR\TA ANGGA\lampiran\simulasi\sim 3\Pekerjaan Erection 28
Statistics report at simulation time 50.0245

=====
Queue          Res          Cur          Tot  AVWait    AVCont    SDCont  MinCont  MaxCont
=====
qCranesWait    rCrane          0.00         1.00     0.00      0.00      0.00     0.00      1.00
qPekerjaBajaW1 rPekerjaBaja    0.00         20.00    0.00      0.00      0.00     0.00     20.00
qPekerjaBajaW2 rPekerjaBaja    20.00        21.00    45.74     19.20     0.40     19.00     20.00
qPekerjaW      rPekerja         0.00         10.00    0.00      0.00      0.00     0.00     10.00
qWaterTowFinishrWaterTower 775.00       775.00    33.00    511.21    228.77     0.00    775.00
qWaterTower    rWaterTower     526.00       556.00    47.33     526.00     0.00    526.00    556.00

=====
Activity        Cur          Tot          1stSt       LstSt       AvDur    SDDur    MinD     MaxD     AvInt    SDInt    MinI
=====
cErection       0            1            0.00        0.00        40.03    40.03    40.03
cLoadMaterial   0            10           0.00        0.00        4.89     9.30     0.00    28.41     0.00    0.00     0.00
cPabrikasi      0            20           0.00        0.00        9.49     9.35     0.00    32.58     0.00    0.00     0.00
nBekistingKP    0            10           0.00        35.76       5.91     5.11     0.00    14.52     3.97    5.09     0.00
nBekistingPC    0            10           0.00        41.46       2.32     3.18     0.00    9.88      4.61    9.42     0.00
nBekistingTB    0            10           0.00        35.17       3.10     3.38     0.00    9.11     3.91    3.81     0.00
nPembesianKP    0            10           0.00        28.41       4.44     4.70     0.00    11.50     3.16    6.19     0.00
nPembesianPC    0            10           0.00        28.41       4.47     5.90     0.00    13.05     3.16    6.19     0.00
nPembesianTB    0            10           0.00        28.41       6.88     5.10     0.00    16.49     3.16    6.19     0.00
nPengecatan     0            1            40.03       40.03       4.75     4.75     4.75
nPengecoranKP   0            10           0.00        47.50       3.18     3.38     0.00    8.92     5.28    7.71     0.16
nPengecoranPC   0            10           1.51        41.46       1.66     2.54     0.00    7.03     4.44    8.20     0.14
nPengecoranTB   0            10           0.00        35.17       1.67     2.30     0.00    7.33     3.91    3.30     0.09

The Future Events List is empty at simulation time 50.02

Total Number of Named Objects : 50
Total Number of Variables : 55
Total Number of Statements : 9
Total Working Time: 50.024502 days
Total Cost: 3.2515926e+008

```

-5-

01/07/17 20:00:23

**Gambar 4.11** Output hasil *running stroboscope* simulasi pada kondisi Scenario simulasi IV

**Tabel 4.8** Durasi item pekerjaan simulasi V

Uraian pekerjaan	Min Durasi (hari)	Max Durasi (hari)	AV Durasi (hari)
pabrikasi	5	10	9.49
pengecatan	7	10	7.75
erection	38	45	40
bekistingKP	4	6	5.91
bekistingPC	4	6	5.32
bekistingTB	3	5	3.1
PembesianKP	3	7	4.44
PembesianPC	3	9	4.7
PembesianTB	3	8	6.88
pengecoranKP	1	4	3.18
pengecoranPC	1	3	1.66
pengecoranTB	1	3	1.67

#### 4.5.4 Menganalisa hasil output

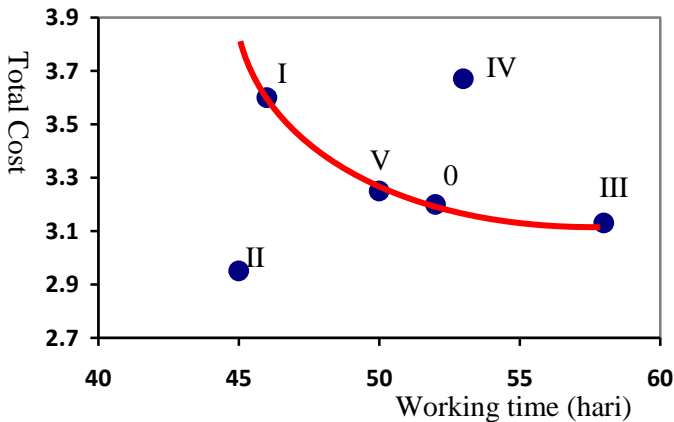
Keputusan suatu system sering bergantung pada ukuran kinerja yang harus dihitung dari output statistik. Dalam kasus pekerjaan water tower yang dijelaskan pada tugas akhir ini, ukuran yang paling penting dari kinerja simulasi adalah total *working time* yang berpengaruh pada *total cost*. Sehingga dari beberapa percobaan simulasi didapatkan pareto optimum.

**Tabel 4.9** Hasil beberapa scenario simulasi *Stroboscope*

Sumber daya	SIMULASI					
	0 (real)	I	II	III	IV	V
pekerja (oh)	7	7	10	7	7	10
pekerja baja (oh)	15	15	20	15	15	20
mobile crane (unit)	1	2	1	1	2	1
Working Time (hari)	52	46	45	58	53	50
Total Cost (rupiah)	3.2 Milyar	3.6 Milyar	2.95 Milyar	3.13 Milyar	3.67 Milyar	3.25 Milyar



Dari table diatas didapatkanlah diagram pareto seperti dibawah ini



**Gambar 4.12** Diagram Pareto

Dari diagram pareto diatas Dimana nilai *working time* dan *nilai cost* mendekati 0, semakin tinggi nilai produktifitas pekerjaan tersebut. Maka dapat dimimpulkan bahwa dari beberapa simulasi. Didapatkanlah Scenario simulasi dengan produktifitas optimal pada scenario simulasi yang ke II.

Untuk kasus scenario simulasi II dan V pada dasarnya menggunakan jumlah sumberdaya yang sama, tetapi setelah disimulasi didapatkan nilai total cost yang berbeda. Perbedaan total cost tesebut dikarenakan alur pekerjaan dan metode kerja yang digunakan pada pekerjaan pengecatan berbeda.

Untuk scenario simulasi II pekerjaan pengecatan baja dilakukan dibawah sebelum diErection. Sedangkan scenario simulasi ke V, pekerjaan pekerjaan dilakukan diatas setelah pekerjaan erection

Dengan adanya perbedaan alur kerja dan metode yang digunakan sehingga pada scenario simulasi V waktu pekerjaan akan semakin lebih lama dibanding scenario pekerjaan II. Karena pada scenario simulasi V, pekerjaan pengecatan bisa dilakukan

setelah semua pekerjaan Erection selesai. Sedangkan untuk scenario II pekerjaan pengecatan dilakukan dibawah. maka pengecatan bisa dilakukan paralel dengan pekerjaan lain. Sehingga durasi simulasi II memiliki durasi pekerjaan lebih pendek dibanding simulasi V.

Karena pekerjaan pengecatan pada simulasi V diatas, maka pekerjaan pengecatan perlu menggunakan alat bantu. Selain produktifitasnya pun jugasemkin kecil.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Dari hasil penelitian beberapa simulasi menggunakan aplikasi stroboscope pada pekerjaan water tower menghasilkan diagram pareto, dari diagram tersebut dapat digunakan sebagai parameter acuan atau batasan produktifitas. Dimana nilai *working time* dan nilai *cost* mendekati 0, semakin tinggi nilai produktifitas pekerjaan tersebut. Maka dari batasan tersebut kondisi Scenario simulasi II merupakan kondisi simulasi dengan produktifitas yang optimum. Dengan nilai *total cost* 2.95 milyar rupiah dan *working time* 45 hari.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat disampaikan terhadap penelitian Tugas Akhir ini adalah :

Dalam melakukan pekerjaan water tower ini perlu perhatian yang cukup massif terhadap sumber daya karena produktivitas sangat tergantung pada sumber daya yang ada.

Untuk saran penelitian lanjutan terhadap simulasi Sroboscope pekerjaan water tower ini, perlu penelitian perhatian dalam hal durasi sumber daya.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Christy, jasmin. 2013. *Perataan Tenaga Kerja Menggunakan Microsoft Project Pada Pekerjaan Peningkatan Jalan*. Skripsi : Manado.
- Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2014. *Buku Pedoman Tugas Akhir*, Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Martinez, J. C. 1996. "STROBOSCOPE: *State and Resource Based Simulation of Construction Processes*," Ph.D. Dissertation, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.
- Ravianto, J. 1985. Produktivitas dan Manajemen. SIUP : Jakarta.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual sampai Operasional*. Erlangga : Jakarta
- Wahana Komputer, 2008. *Pengelolaan Proyek dengan Microsoft Office Project 2007*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

## Petunjuk penggunaan aplikasi Stroboscope

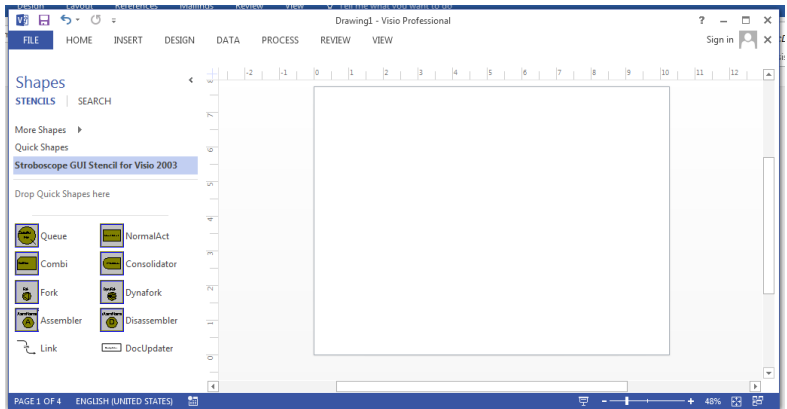
Untuk menggunakan aplikasi simulasi stroboscope, maka diperlukan dua aplikasi dibawah ini terinstall terlebih dahulu pada komputer.

1. Microsoft visio
2. Stroboscope

Karena pada dasarnya aplikasi Stroboscope terintegrasi pada microsoft visio

Langkah-lanhhkah penggunaan

1. Jalankan aplikasi microsoft visio
2. Pilih katagori strobos. Sehingga muncul tampilan seperti dibawah ini



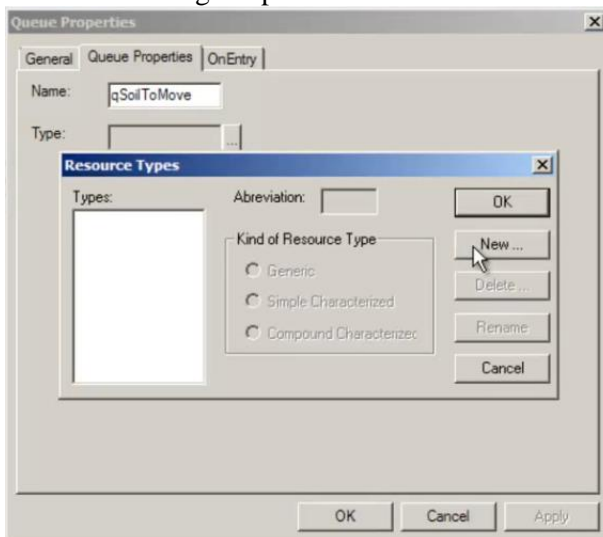
3. Letakkan elemen queue yang merupakan elemen dasan sumber daya ke lembar kerja



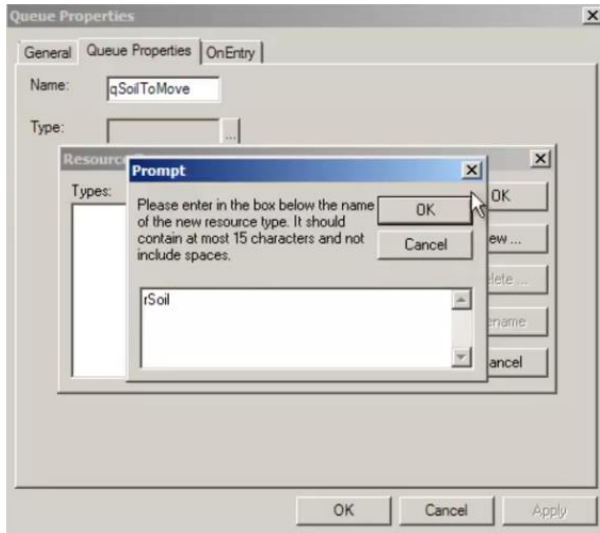
4. Beri nama queue sesuai kebutuhan pad queue properties



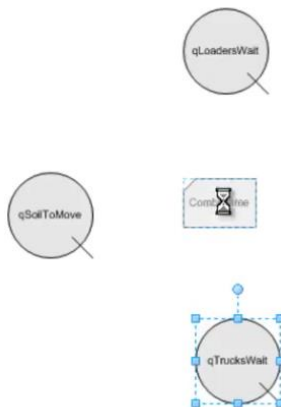
5. Tambah keterangan tipe



6. Klik new



7. Setelah itu letakkan elemen combi yang mewakili tugas yang dapat mulai kapan sumber daya yang tersedia di Antrian yang mendahuluinya



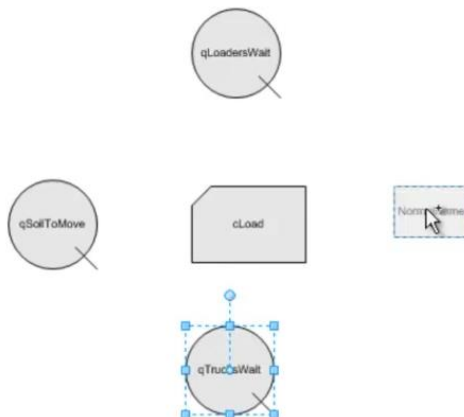


8. Isi combi properties dan beri nama

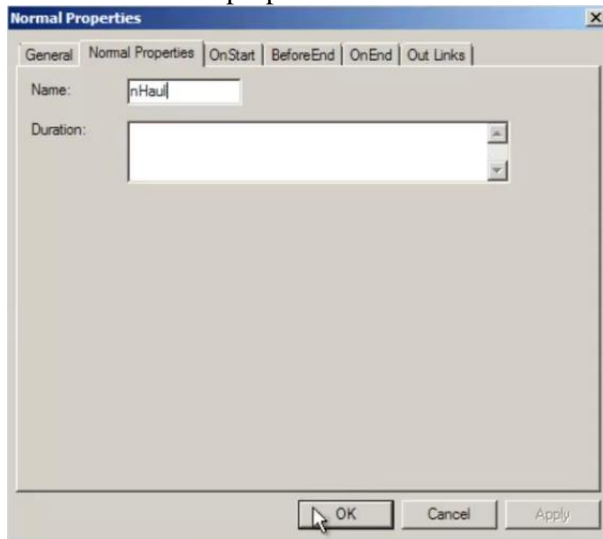
The screenshot shows the 'Combi Properties' dialog box with the following details:

- OnEnd** | **In Links** | **Out Links**
- General** | **Combi Properties** | **BeforeDraws** | **OnStart** | **BeforeEnd**
- Name:** cLoad
- ☐ **No Enoughs**
- Priority:** [Empty field]
- Semaphore:** [Empty field]
- Duration:** [Empty field]
- Buttons:** OK, Cancel, Apply

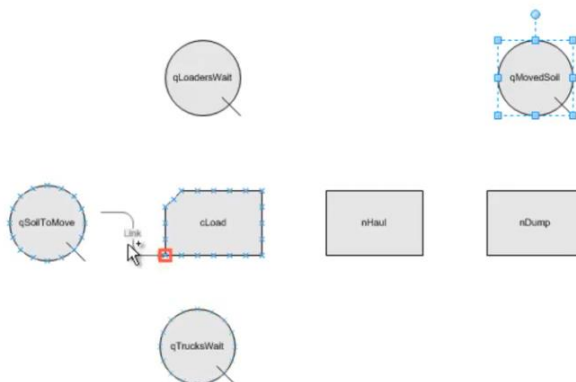
9. Setelah itu letakkan elemen normal yang merupakan elemen bernama yang mewakili tugas yang dimulai setiap kali sebuah contoh dari setiap kegiatan sebelumnya berakhir



10. Isi elemen normal properties dan beri nama



11. Setelah itu letakkan sebuah link yang menggambarkan menghubungkan antrian untuk kegiatan bersyarat



12. Isi draw link properties dan beri nama

Draw Link Properties

Draw Link Properties | OnDraw

Name: SL1

Type: rSoil

Enough: [Empty field]

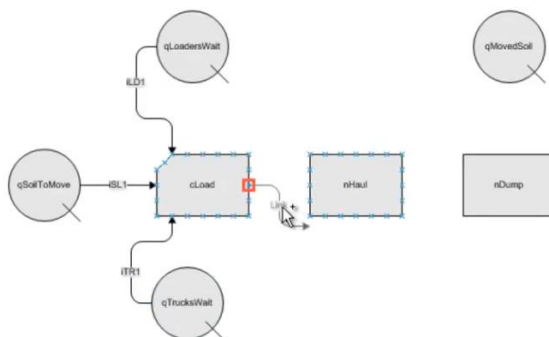
Draw Until: [Empty field]

Draw Amount: [Empty field]

Draw Duration: [Empty field]

OK Cancel Apply

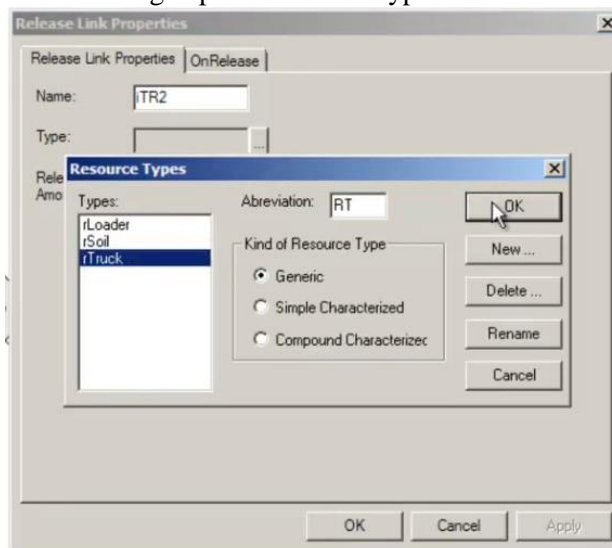
13. Adajuga propertis draw link utk menggambarkan kegiatan setelah combination



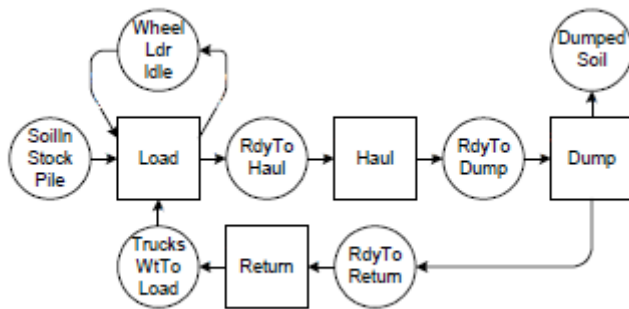
14. Release link properties



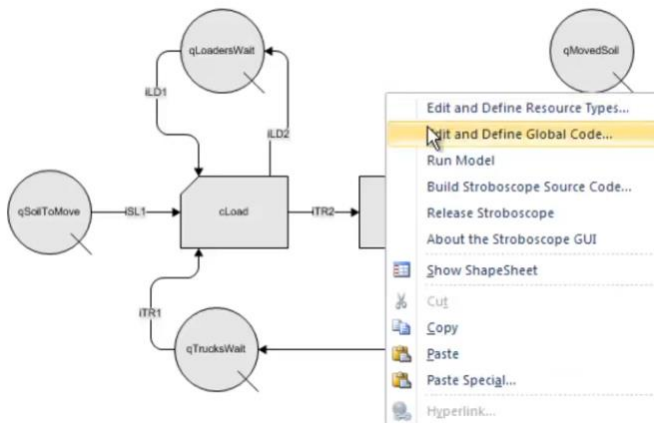
15. Beri keterangan pada resouerse type



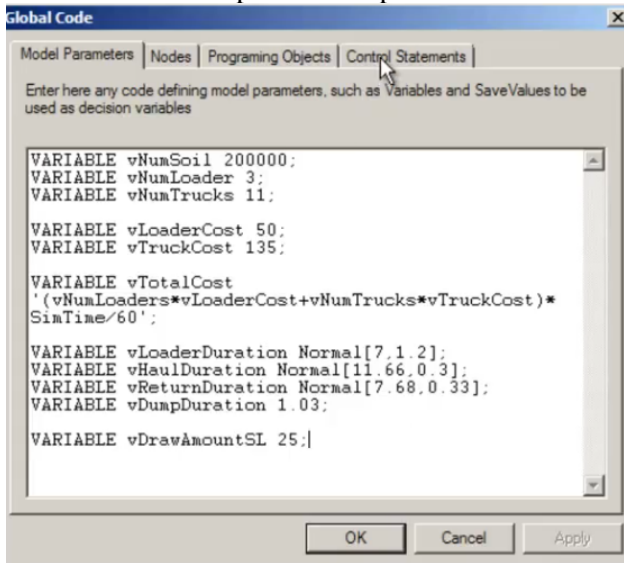
16. Setelah semua selesai



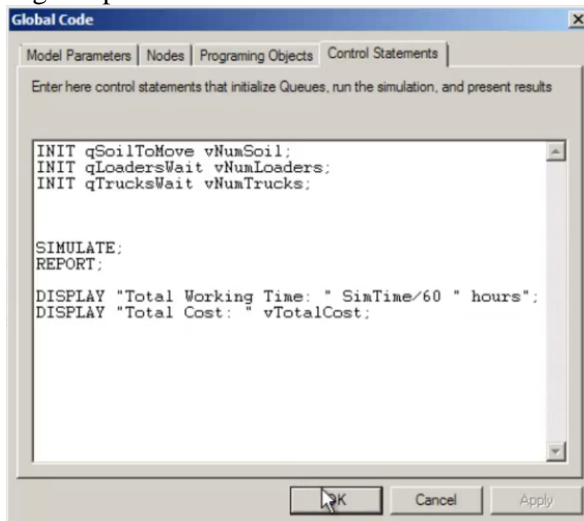
17. Lalu <klik kanan> pilih edit and define global code...



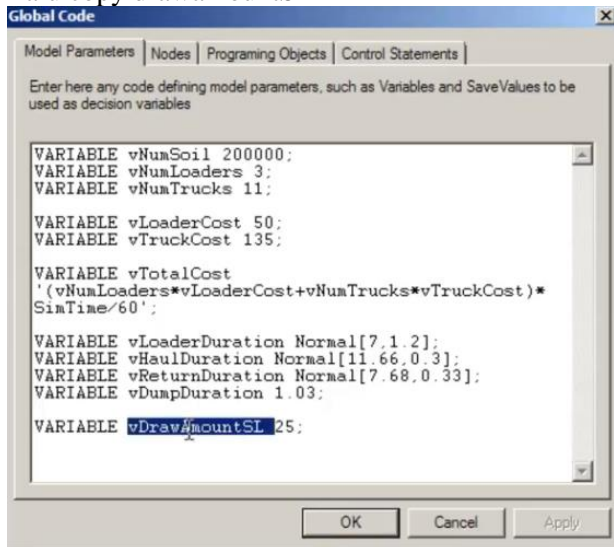
18. Setelah itu isi code pada model parameter



19. Juga isi pada control statements

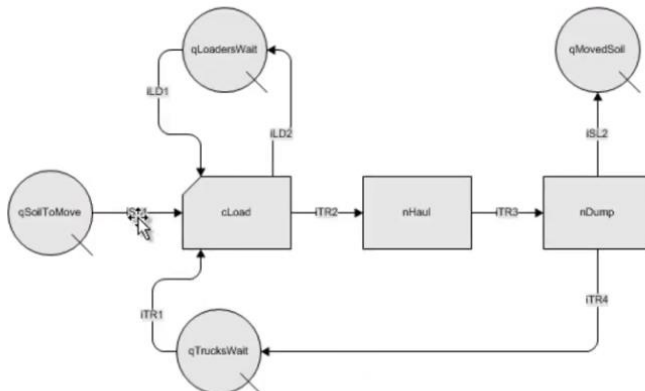


20. Lalu copy drawamountSL

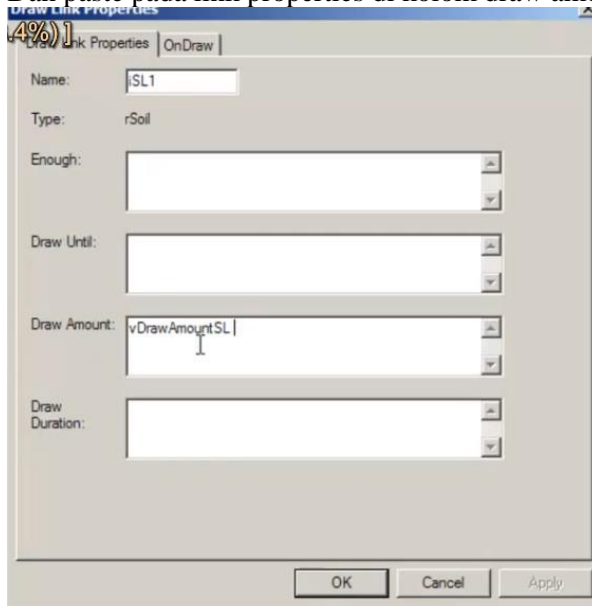


```
VARIABLE vNumSoil 200000;  
VARIABLE vNumLoaders 3;  
VARIABLE vNumTrucks 11;  
  
VARIABLE vLoaderCost 50;  
VARIABLE vTruckCost 135;  
  
VARIABLE vTotalCost  
'(vNumLoaders*vLoaderCost+vNumTrucks*vTruckCost)*  
SimTime/60';  
  
VARIABLE vLoaderDuration Normal[7,1.2];  
VARIABLE vHaulDuration Normal[11.66,0.3];  
VARIABLE vReturnDuration Normal[7.68,0.33];  
VARIABLE vDumpDuration 1.03;  
  
VARIABLE vDrawAmountSL 25;
```

21. Dan masukkan pada setiap link



22. Dan paste pada link properties di kolom draw amount



The screenshot shows the 'Draw Link Properties' dialog box with the 'OnDraw' tab selected. The dialog has a title bar with a close button. The main area contains several fields: 'Name' with the value 'iSL1', 'Type' with the value 'rSoil', 'Enough' with an empty dropdown, 'Draw Until' with an empty dropdown, 'Draw Amount' with the value 'vDrawAmountSL' and a cursor, and 'Draw Duration' with an empty dropdown. At the bottom are 'OK', 'Cancel', and 'Apply' buttons.

Draw Link Properties | OnDraw |

Name: iSL1

Type: rSoil

Enough: [Empty Dropdown]

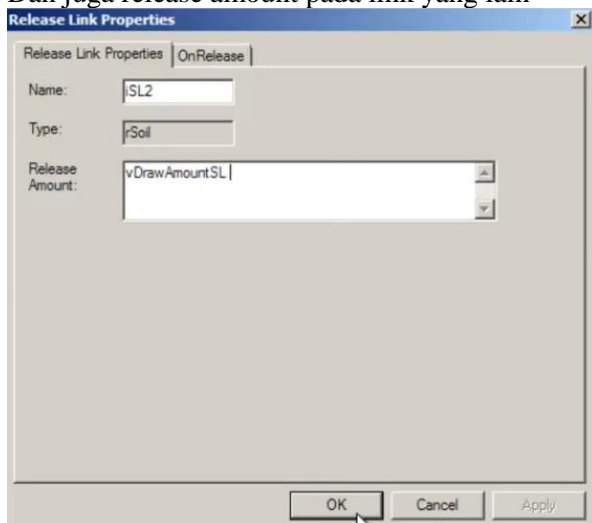
Draw Until: [Empty Dropdown]

Draw Amount: vDrawAmountSL |

Draw Duration: [Empty Dropdown]

OK Cancel Apply

23. Dan juga release amount pada link yang lain



The screenshot shows the 'Release Link Properties' dialog box with the 'OnRelease' tab selected. The dialog has a title bar with a close button. The main area contains several fields: 'Name' with the value 'iSL2', 'Type' with the value 'rSoil', and 'Release Amount' with the value 'vDrawAmountSL'. At the bottom are 'OK', 'Cancel', and 'Apply' buttons.

Release Link Properties | OnRelease |

Name: iSL2

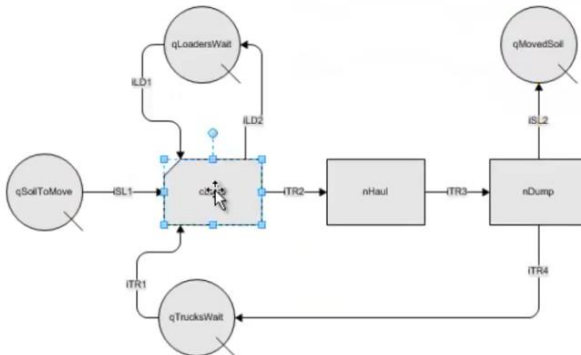
Type: rSoil

Release Amount: vDrawAmountSL |

OK Cancel Apply



24. Pada element comby isi duration sesuai tipe



**Combi Properties**

OnEnd	In Links	Out Links
General	Combi Properties	BeforeDraws
	OnStart	BeforeEnd

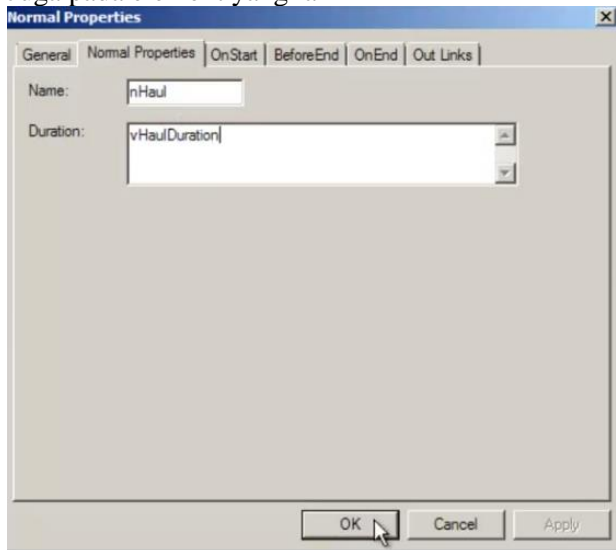
Name:  ☐ No Enoughs

Priority:

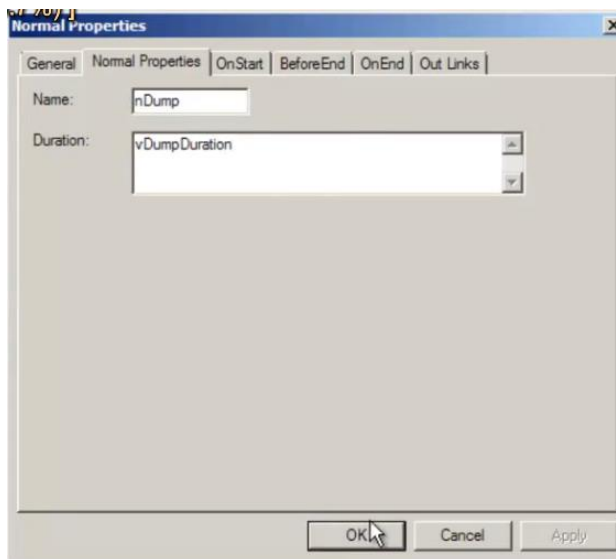
Semaphore:

Duration:

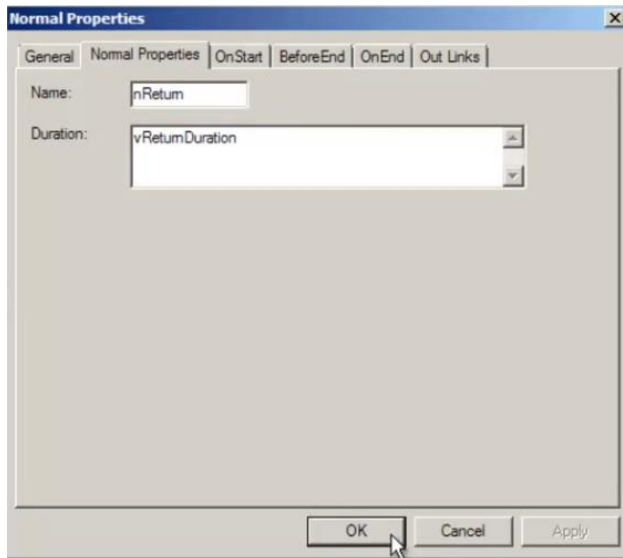
25. Juga pada element yang lain



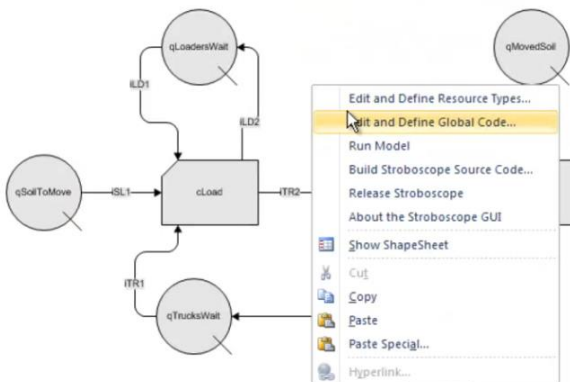
The image shows a 'Normal Properties' dialog box with a blue title bar and a close button (X). It has five tabs: 'General', 'Normal Properties', 'OnStart', 'BeforeEnd', 'OnEnd', and 'Out Links'. The 'Normal Properties' tab is selected. Inside the dialog, there are two labels: 'Name:' and 'Duration:'. The 'Name' field contains the text 'nHaul'. The 'Duration' field contains the text 'vHaulDuration' and has a small arrow icon on its right side. At the bottom of the dialog, there are three buttons: 'OK', 'Cancel', and 'Apply'. A mouse cursor is pointing at the 'OK' button.

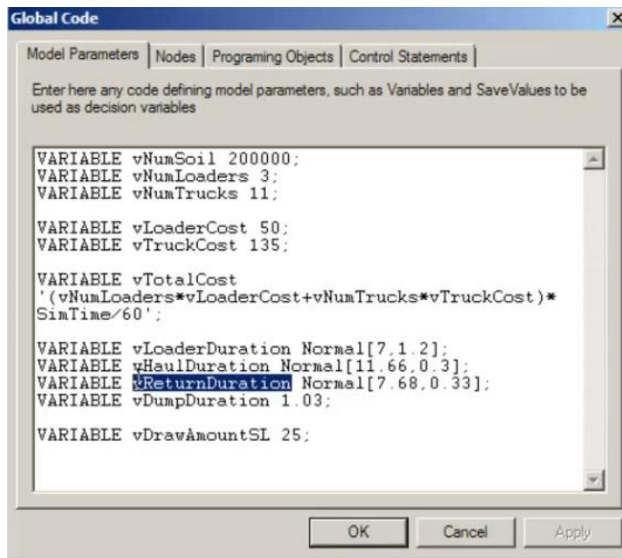


The image shows a 'Normal Properties' dialog box with a blue title bar and a close button (X). It has five tabs: 'General', 'Normal Properties', 'OnStart', 'BeforeEnd', 'OnEnd', and 'Out Links'. The 'Normal Properties' tab is selected. Inside the dialog, there are two labels: 'Name:' and 'Duration:'. The 'Name' field contains the text 'nDump'. The 'Duration' field contains the text 'vDumpDuration' and has a small arrow icon on its right side. At the bottom of the dialog, there are three buttons: 'OK', 'Cancel', and 'Apply'. A mouse cursor is pointing at the 'OK' button.

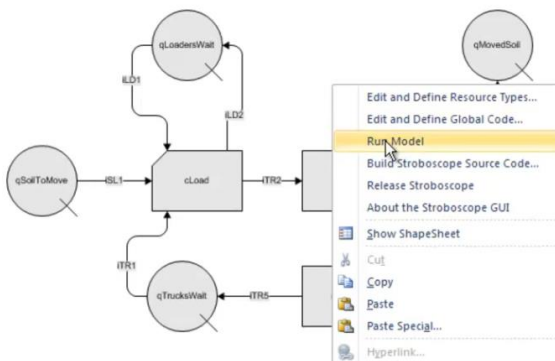


26. Isi semua duration sesuai nama pada code global

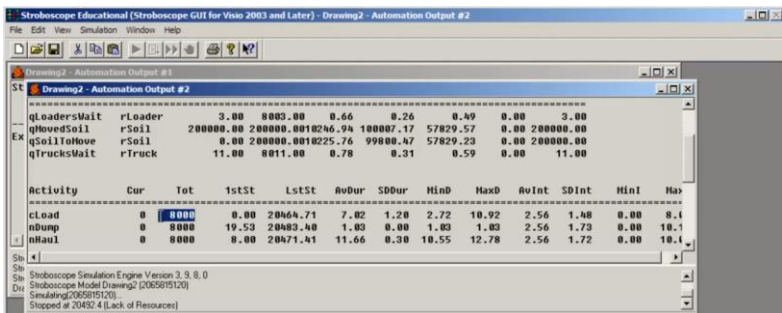
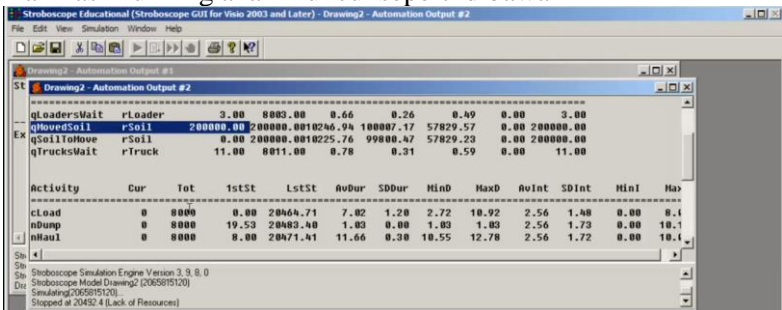
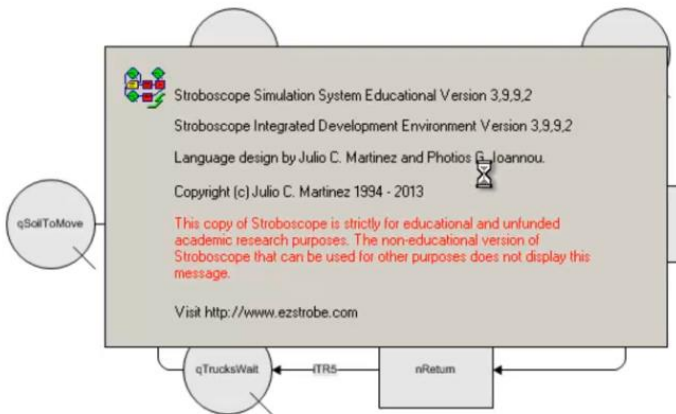




27. Setelah semua selesai <klik kanan> run model



29. Dan hasil running akan muncul seperti dibawah ini



## DOKUMENTASI PEKERJAAN PWMBANGUNAN WATER TOWER





PROYEK :  
GG - IX - UTILITY

NAMA GAMBAR :  
ELEVATION GRID-B

NOMOR :  
ARSIP :  
GG-IX-UT-SP-WM-02-004

CATATAN :  
KETERANGAN GAMBAR

PT GUDANG GARAM Tbk  
MENGETAHUI :  
DISETUI :  
TONNY WALUYO  
HARTONO

AS-BUILT DRAWING

KONSULTAN PENGAWAS :  
PT DUTIKON SELAJETERA  
Jl. RAYA MARCOPOLLO 84, SURABAYA 60237  
Phone : (031)8472918-19 Fax : 8472369  
INDONESIA

DIPERIKSA :  
Ii. ELFRAN, MM  
TANGGAL :  
KONTRAKTOR :

PT MURINDA  
JALAN KAWIRAN 10 SURABAYA 60237  
Phone : (031) 8472918-19 Fax : 8472369  
INDONESIA

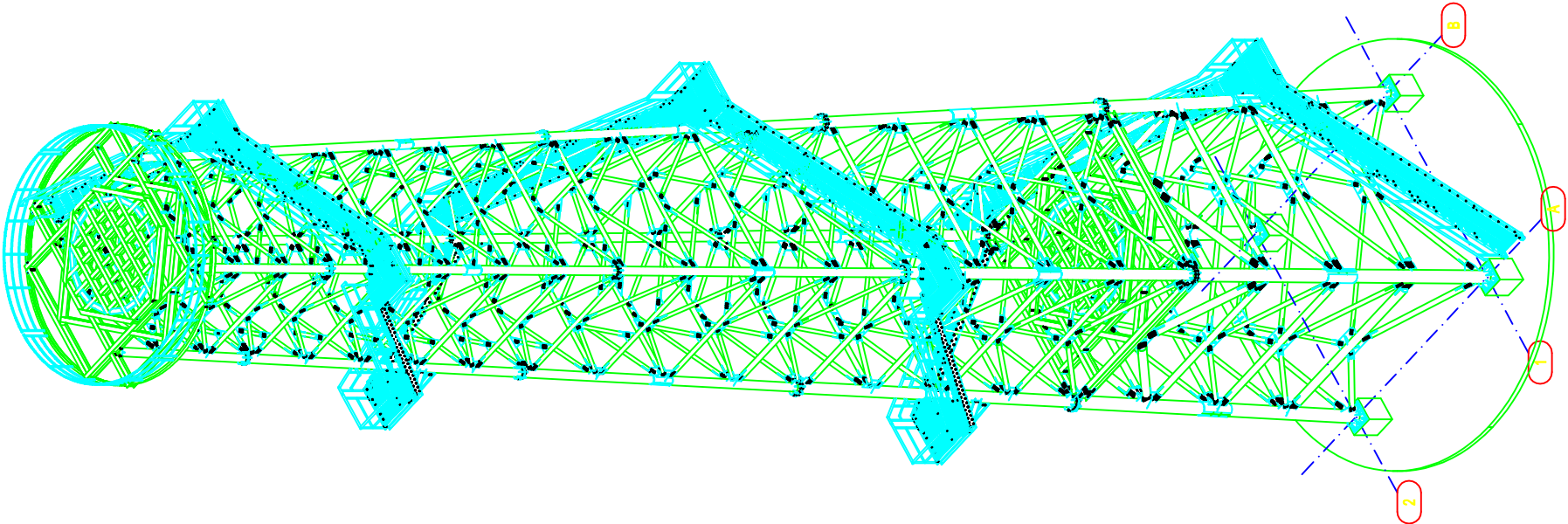
REFERENSI :  
REVISI :  
R0

SKALA :  
TANGGAL :  
1:100  
23-08-15

DIGAMBAR :  
DIPERIKSA :  
TMA  
FAOE

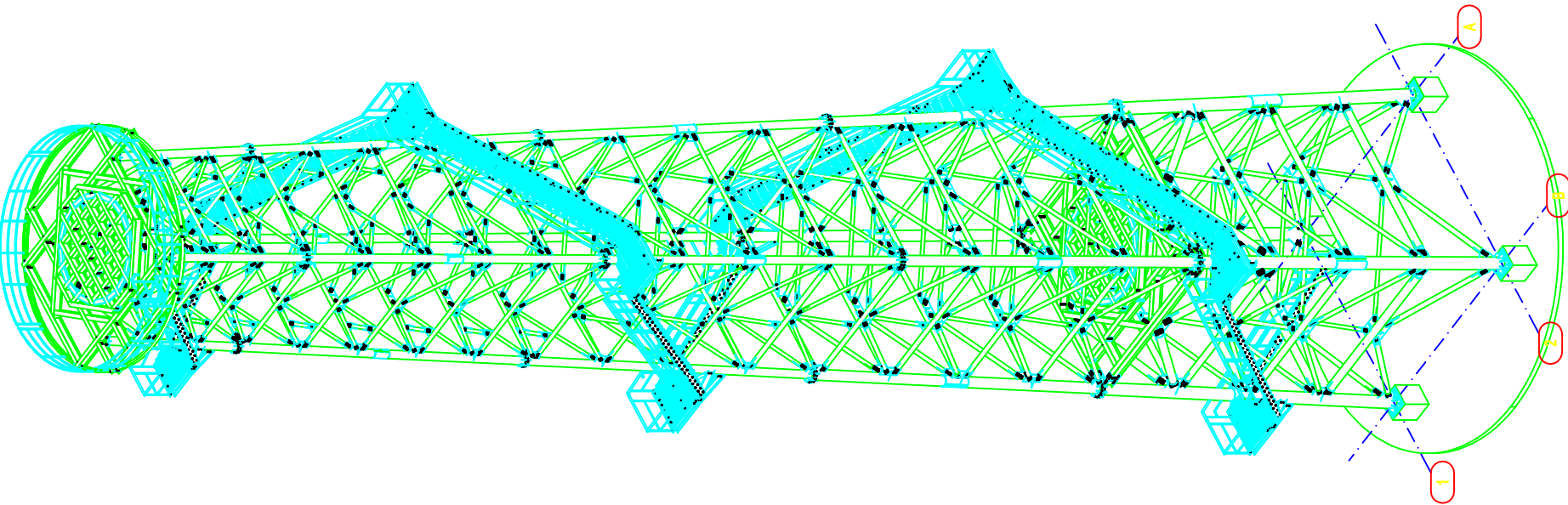


MARK	PROFILE
A	PD50*12
A	ROD25
AR	D16
B	H300*150*6.5*9
B	H350*175*7*11
B	PD114.3*6.02
B	PD141.3*6.55
B	PD168.3*7.1
B	PD219.1*6.35
B	PD273.1*9.3
B	U150*75*6.5
C	PD273.1*9.3
C	PD355.6*9.5
C	PD406.4*9.5
GR	PL25*700
GRT-1	PL15*65
GRT-2	PL15*25
GRT-2	PL15*65
GRT-2	PL15*80
GRT-3	PL15*65
RTG1	PD60.3*2.7
RWT	PD42.2*2.3
SP	PL10*170
SP	PL12*78
SP	PL12*174
TG1	[200*807.5*11



PERSPEKTIF

Scale. Nts.



PERSPEKTIF

Scale. Nts.

PEMILIK :



PT GUDANG GARAM Tbk  
KEDIRI - INDONESIA

PROYEK :

GG .IX - UTILITY

NAMA GAMBAR :

PERSPEKTIF

NOMOR :

ARSIP :

GG.IX-UTL-SD-BOR-1a-001

CATATAN :

KETERANGAN GAMBAR

PT GUDANG GARAM Tbk

MENGETAHUI :      DISETUJUI :

TONNY WALLUYO      HARTONO

AS-BUILT DRAWING

KONSULTAN PENGAWAS :



PT DUTIKON SEJAHTERA  
JL. RAYA MARGOREJO 94, SURABAYA 60237  
Phone : (031)8472918-19 Fax: 8473269

INDONESIA

DIPERIKSA :

Ir. ELFRAN, MM

TANGGAL :

KONTRAKTOR :



ALONG TRADITION OF INNOVATIVE CONSTRUCTION  
PT MURINDA IRON STEEL  
Grand Cakrawala & Steel Structures  
Jl. Raya Cakrawala No. 2 Cikarang, Bekasi 17550 Indonesia  
Phone : (021) 8835881 / Fax : (021) 8835880

REFERENSI :

REVISI :

R.0

SKALA :

TANGGAL :

Nts.

23-08-15

DIGAMBAR :

DIPERIKSA :

IMA

FAQE



## BIODATA PENULIS



### **Anggarista Widya Utama,**

Penulis dilahirkan di Tulungagung ,18 Agustus 1991, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita III, SDN II Ngadisuko Durenan Trenggalek, SLTP Negeri 1 Bandung Tulungagung, SMAN 1 Kauman Tulungagung.

Setelah lulus dari SMAN 1Kauman Tulungagung 2009, Penulis mengikuti ujian masuk Diploma III Politeknik Negeri Malang pada tahun 2009. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Gedung. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar dan lomba yang diselenggarakan oleh kampus Politeknik Negeri Malang . Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus. Setelah lulus dari D3 tahun 2012, Penulis melanjutkan studi Sarjana ITS program Lintas Jalur Teknik Sipil ITS tahun 2014. Penulis mengambil Tugas Akhir di bidang Manajemen Konstruksi.